

ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD A  
TRAVÉS DE LA TECNIFICACIÓN DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA PIÑA  
DE UN PEQUEÑO PRODUCTOR DEL SECTOR EL TIGRE EN LA CIUDAD DE  
PEREIRA

YOLIMA CONSTANZA VELASCO LADINO

FRANCY LILIANA VALLEJO CÁRDENAS

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES

PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

2020

ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD A  
TRAVÉS DE LA TECNIFICACIÓN DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA PIÑA  
DE UN PEQUEÑO PRODUCTOR DEL SECTOR EL TIGRE EN LA CIUDAD DE  
PEREIRA

YOLIMA CONSTANZA VELASCO LADINO  
FRANCY LILIANA VALLEJO CÁRDENAS

PROYECTO DE GRADO

LILIANA PORTILLA DE ARIAS  
DIRECTOR(A)

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA  
FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

2020

## Tabla de contenido

1. Planteamiento del problema	8
1.1. Sistematización del problema	11
2. Objetivos	12
2.1. Objetivo General	12
2.2. Objetivos Específicos	12
3. Justificación	13
4. Marco referencial	15
4.1. Antecedentes	15
4.2. Marco Teórico	17
4.3. Marco Conceptual	18
4.4. Marco situacional	26
5. Glosario	27
6. Hipótesis	28
7. Metodología de la Investigación	29
8. Risaralda, una mirada hacia la Agricultura y la Tecnología	31
8.1. La tecnología en Risaralda	31
8.2. Fundamentos clave en la Agricultura Inteligente.	31
8.3. Conclusión de los fundamentos clave de investigación.	37
8.4. Características de la herramienta estadística aplicada	37
8.5. Resultados de la herramienta estadística aplicada “La agricultura en la región”	38
8.6. Conclusiones del capítulo	41
9. ¿Cómo se cultiva la piña en Cerritos?	43
9.1. Así cultiva la piña Don Álvaro Mejía en Cerritos	43
9.2. Etapas del proceso de cultivo de piña en las Fincas Yarima y Araguay	44
9.2.1. Preparación del terreno.	44
9.2.2. Proceso productivo de la piña	46
9.3. Conclusiones del capítulo	51
10. Creatividad, solución eficiente a la productividad	53
10.1. Así es el Riego por aspersión en las fincas Yarima y Araguay	53
10.2. Arquitectura del sistema actual y funcionamiento en general	54
10.2.1. Colaboradores.	55
10.2.2. Funcionalidades generales del sistema	55

10.3. Arquitectura del sistema propuesto y funcionamiento en general	56
10.3.1. Descripción de los elementos del sistema propuesto	56
10.3.2. Diseño y funcionalidades del sistema propuesto	58
10.4. Conclusiones del capítulo	63
11. Ahora se analiza la efectividad del sistema	65
11.1. Situación actual	65
11.2. Situación ideal	65
11.3. Fuerzas Impulsoras- Fuerzas Restrictivas	65
11.4. Conclusiones del capítulo	74
Conclusiones	75
Recomendaciones	76
Referencias	77
Anexos	86

## **Índice de Tablas**

<b>Tabla 1.</b> Rango en hectárea de cultivo	38
<b>Tabla 2.</b> Fertilizantes y período de aplicación	49
<b>Tabla 3.</b> Elementos del sistema propuesto	61
<b>Tabla 4.</b> Costos de los elementos	62
<b>Tabla 5.</b> Modelo propuesto	66
<b>Tabla 6.</b> Perfil de riesgos laborales en el cultivo de piña	69

## Índice de Imágenes

<b>Imagen 1.</b> Morfología de una planta de piña	22
<b>Imagen 2.</b> Estructura reproductiva de una planta de piña.	24
<b>Imagen 3.</b> Localización Administración - Zona de Cultivo.¡Error!	<b>Marcador no</b>
<b>definido.Imagen 4.</b> Localización: zona de cultivo- Finca Yarima¡Error!	<b>Marcador no</b>
<b>definido.Imagen 5.</b> Tipos de tecnologías que definen el Smart Farming	34
<b>Imagen 6.</b> Conocimiento sobre la agricultura 4.0	39
<b>Imagen 7.</b> Uso de la TIC en el cultivo	39
<b>Imagen 8.</b> Ventajas de las TIC en el cultivo agrícola	40
<b>Imagen 9.</b> Razones propuestas	41
<b>Imagen 10.</b> Razones principales de no uso de TIC en los cultivos	41
<b>Imagen 11.</b> Plan de aplicación de Hongos en la preparación del terreno	45
<b>Imagen 12.</b> Drenajes en el cultivo de piña	45
<b>Imagen 13.</b> Proceso de Selección de Puyones	46
<b>Imagen 14.</b> Distribución (izquierda) y siembra (derecha) de puyones	47
<b>Imagen 15.</b> Fitóftora en mata de piña	48
<b>Imagen 16.</b> Proceso de fertilización en cultivo	48
<b>Imagen 17.</b> Productos de Fertilización	50
<b>Imagen 18.</b> Recolección del fruto (Izq.). Selección del fruto y clasificación (Der.)	51
<b>Imagen 19.</b> Extracción del agua	54
<b>Imagen 20.</b> Depósito del agua	54
<b>Imagen 21.</b> Preparación de la mezcla	54
<b>Imagen 22.</b> Control de la manguera	54
<b>Imagen 23.</b> Aspersión	54
<b>Imagen 24.</b> Selección de la boquilla	57

<b>Imagen 25.</b> Efectividad de la boquilla	58
<b>Imagen 26.</b> Diseño del elemento para riego	59
<b>Imagen 27.</b> Vista frontal, superior y lateral del sistema propuesto	59
<b>Imagen 38.</b> Vista explosionada del sistema propuesto	60
<b>Imagen 39.</b> Boquilla	62
<b>Imagen 30.</b> Manguito	62
<b>Imagen 31.</b> Tubería galvanizada	62
<b>Imagen 32.</b> Unión para manguera	63

## 1. Planteamiento del problema

En Colombia actualmente el sector agroalimentario está viviendo una transformación y es el paso de una agricultura tradicional hacia la llamada agricultura 4.0. La tendencia de esta industria es la transformación tecnológica a través del big data, inteligencia artificial, pero de manera sostenible (Vargas, G. 2019).

Hay que modificar las prácticas actuales para poder mejorar la productividad de los sistemas de producción agrícola y alimentaria, según los especialistas que participaron en el 15o Foro Global Agroalimentario 2018 (Ortega, 2018). Este comentario es muy acertado ya que actualmente el sector agrícola contribuye al ingreso nacional del país convirtiéndose en una fuente de sustento para la población colombiana.

En cifras nacionales relevantes, “El 44,7% de la población rural está en pobreza, mientras el 20% de los jóvenes de este segmento de la población no ha recibido educación formal; y solo el 9% de los productores cuentan con asistencia técnica” (Dinero.com, 2016), en el mismo artículo expone cómo la compañía FarmApp (Aplicación que integra distintas soluciones tecnológicas para que los agricultores puedan aumentar la productividad de sus cosechas), actualmente trabaja en Colombia con 30 industrias agrícolas en los departamentos de Antioquia, Cundinamarca y Boyacá con el propósito de impulsar la competitividad y el desarrollo del campo colombiano a partir de la innovación y la logística productiva.

En Risaralda la producción agrícola se basa en el cultivo de café, caña de azúcar, plátano, yuca y frutales, entre estos la piña, la cual es la quinta fruta de exportación en Colombia. Risaralda junto a Caldas, Boyacá, Valle del Cauca, Cauca, Caquetá Tolima, Huila y Cundinamarca tienen una participación del 6% total exportado, con un área sembrada de 6.9050 hectáreas y un rendimiento: 31,8 ton / ha. Desde el 2010 el cultivo de piña viene presentando un crecimiento constante (552,6 % en las ventas de exportación) a pesar de la



creciente crisis del sector agrícola (Dane.gov.co, 2014). MinAgricultura que el 49% de la producción de la piña se consume en fresco, 2% se exporta y el restante 49%, es utilizado por la industria nacional para la elaboración de dulces, mermeladas, aderezos, almíbares, etc. (MinAgricultura, 2018).

En Risaralda el corregimiento de Cerritos tiene gran auge para el cultivo de piña, siendo los dueños de pequeños minifundios los indicados para transformar sus técnicas de producción y beneficiarse de las oportunidades del mercado actual. En este contexto, Álvaro Mejía, representante de la Finca La troja SAS y productor de piña en el sector El tigre vía Pereira-Cartago; y quien actualmente posee un área de 20 hectáreas activas en el cultivo del fruto, divididas en 2 fincas; representa el foco del estudio propuesto, puesto que en una investigación de campo se logra identificar en su zona de cultivo unas características clave para ser analizadas. Estas características están relacionadas con la técnica de producción que actualmente usa el productor. Es una técnica manual y con escaso grado de tecnificación, teniendo en cuenta el área de su cultivo. El productor plantea la necesidad de adquirir determinadas herramientas que le permitan mejorar su productividad, teniendo en cuenta los costos y la rentabilidad de su negocio. Durante la observación de campo no solo se detalla la falta de mecanización, sino la deficiente gestión en procesos relacionados con el personal, el cultivo, sistemas de información, normatividad legal, etc.

En términos de la piña, según cifras del MinAgricultura el consumo interno en el país es de 1,3 kilogramos por persona al mes, mientras que en Estados Unidos la cifra es de 2,2 kg. Las exportaciones de piña bordean los US\$25 millones, aunque una dificultad para que lleguen más piñas al exterior tiene que ver con la calidad y el cumplimiento de los requisitos al que le apuntan los productores. Además, el MinAgricultura estimó que 30% de la producción cumple con los parámetros técnicos para exportación y transformación y el otro 70% restante se comercializa dentro del país. (MinAgricultura, 2018).

Las razones para usar en la producción de piña herramientas de la industria 4.0 es que la adaptabilidad a los sistemas de producción, de la mano, por ejemplo, de mejoras en la rotación de cultivos para conseguir mayores niveles de producción y, por otro, la eficiencia de los sistemas de producción, mediante la optimización del uso de agua, fertilizantes y fitosanitarios, dando origen a lo que se ha dado en denominar Agricultura de Precisión. Además, se puede controlar y prevenir la contaminación, erosión, deforestación; evitando la pérdida de suelos aptos para la agricultura.

Uno de los grandes beneficios de la agricultura inteligente es que se trata de una práctica sostenible, concebida para gestionar los recursos naturales de manera eficaz y disminuir el impacto de esta actividad en el medio ambiente (González, X. 2018).

La modernización del campo contribuiría a la innovación y la sostenibilidad de 9700 millones de personas que habitarán la tierra en el 2050 (Semana.com, 2016). Por lo anterior, es necesario que se oriente este pequeño sector agrícola en temas de búsqueda, uso e integración de las herramientas tecnológicas de las que en este momento conforman el boom de la industria 4.0, que en este sentido se encuentra desconfiado y desinformado, pero que al tiempo está en un momento de evolución y oportuno en factores gubernamentales, económicos, culturales y tecnológicos.

En regiones como el Valle del Cauca, con cerca de 500 hectáreas, Riopaila Castilla desarrolla una iniciativa agrícola para implementar la siembra de piña de manera industrial, con el objetivo de llevarla a los mercados internacionales. “Actualmente su fruta es calidad de exportación y su paquete tecnológico fue traído de Costa Rica, país que exporta casi 60% de la piña en fresco en el mundo”, dijo Gustavo Barona, gerente del negocio agrícola de Riopaila Castilla (Dinero.com, 2016).

Así surge la necesidad de realizar un estudio investigativo que identifique las herramientas de la agricultura 4.0 que incrementen la productividad del terreno.

Posteriormente se analiza el sistema de riego actual en el proceso de fertilización y control de plagas con el fin de proponer nuevas técnicas y herramientas para mejorar el cultivo de la piña de acuerdo a las condiciones del terreno y del productor.

### **1.1. Sistematización del problema**

¿Qué recursos tecnológicos se deben implementar en la finca La troja SAS? ubicada en el sector El tigre para aumentar la productividad de su área de cultivo?

- ¿Qué es la Agricultura 4.0?
- ¿Qué está sucediendo actualmente con el sector agrícola en términos de la tecnificación de los cultivos?
- ¿Cuáles son los procesos actuales que se utilizan en el cultivo de la piña?
- ¿Qué instrumentos tecnológicos incrementan la productividad del área de cultivo de piña?

## **2. Objetivos**

### **2.1. Objetivo General**

Realizar un estudio de tecnificación del proceso productivo de la piña, enfocado en pequeños piñicultores del corregimiento de Cerritos, que permita aumentar la productividad de su terreno.

### **2.2. Objetivos Específicos**

1. Desarrollar un estudio del estado actual de la región en aspectos de agricultura 4.0.
2. Identificar el proceso productivo de la piña en el corregimiento de Cerritos
3. Determinar los recursos tecnológicos del sistema de riego actual en el proceso de fertilización y control de plagas con el fin de proponer nuevas técnicas y herramientas para mejorar el cultivo de la piña de acuerdo a las condiciones del terreno y del productor.
4. Establecer las características complementarias que requiere el proceso de tecnificación del cultivo de piña para mejorar la productividad.

### **3. Justificación**

Dadas las condiciones y oportunidades nacionales, y teniendo en cuenta que, en el sector agrícola del corregimiento de Cerritos del Departamento de Risaralda, se encuentran diversos cultivos de piña a cargo de pequeños agricultores, este estudio va a indagar sobre los procesos productivos de la piña y las herramientas de producción que actualmente se utilizan; y a partir de esto como investigadores proponer elementos de tecnificación que conforman la agricultura 4.0 que incrementen la productividad de su terreno a partir del análisis de antecedentes como: implementación de tecnologías a gran escala en el campo, proyectos de tecnificación exitosos en la región, estudio de elementos de la industria 4.0 que incrementan la productividad de los cultivos.

La investigación se realiza para conocer las prácticas actuales de los pequeños productores de piña y mediante un análisis de sus procesos proponer el uso de herramientas tecnificadas que permitan ser competitivos y aumenten sus rendimientos económicos.

La investigación nace a partir de la observación e identificación de la necesidad del sector agrícola de estar al margen de la demanda de la población. Se establece entonces, que son los pequeños agricultores los que deben cambiar la forma en la que están produciendo para participar activamente en el mercado actual. En este sentido, la investigación pretende ofrecer soluciones al caso práctico de un productor de piña en la ciudad de Pereira con un cultivo en el sector El Tigre vía Cerritos, quien actualmente está interesado en conocer los beneficios de implementar determinadas herramientas que mejoren sus procesos productivos y aumenten el valor de su rentabilidad actual.

Es pertinente realizar la investigación puesto que es necesario implementar la tecnificación para una producción eficiente y rentable; siendo una solución a varios factores como crecimiento a nivel de consumo, degradación de la tierra, impacto ambiental.

El resultado de este estudio beneficia principalmente a los pequeños piñicultores del corregimiento de Cerritos, los cuales actualmente cuentan con áreas de cultivo con potencial para introducir la tecnificación, pero también podría ayudar a los cultivadores hortofrutícolas de la región a identificar las herramientas que mejoran la productividad de su cultivo.

## 4. Marco referencial

### 4.1. Antecedentes

Para el estudio de investigación tiene en cuenta la siguiente documentación:

Lombana, J. E. (2016). *Sistema productivo de piña md2 (ananas comosus), como alternativa agrícola de cultivos de palma de aceite (eleaeis guineensis) afectados por marchites letal en el municipio de san Carlos de Guaroa-Meta*. Este documento se tiene en cuenta debido a que describe los requerimientos ambientales y técnicos que sirven para identificar procesos productivos de la piña. No se tendrá en cuenta la caracterización socioeconómica del sitio de impacto de la investigación.

Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro [Agrocalidad]. (2016) *Manual de aplicación de buenas prácticas agrícolas de producción de piña*. Este documento es la guía base que se utiliza para indagar en la literatura del proceso de cultivo de la piña. Se toma la información sobre el manejo agronómico del cultivo de piña y estándares de comercialización. Se elige este documento teniendo en cuenta que Ecuador ocupó el cuarto lugar en producción y exportación de piña a nivel mundial en el año 2017, según la revista Clúster Calidad AS (2017).

Ibarra, L.(2012)..*Diseño e implementación de un sistema de adquisición de datos con sensores: 808h5v5, mcp9700a, watermark, mpx4115a, sq-110, comunicación mediante protocolo zigbee y mysql, para un cultivo de tomate en Sutamarchán, Boyacá (Colombia)*” Este trabajo se tiene en cuenta, para hacer uso de conceptos claves para esta investigación debido a que integra tecnologías sensoriales, de comunicación y de almacenamiento y no se tiene en cuenta la implementación en el cultivo de tomate.

Realizar un estudio de tecnificación del proceso productivo de la piña, enfocado en pequeños piñicultores del corregimiento de Cerritos, que permita aumentar la productividad de su terreno.



## 4.2. Marco Teórico

En este estudio de investigación se desarrolla en torno dos ejes teóricos fundamentales para la comprensión del estudio.

### **Agricultura 4.0.**

Natalia Carbonell, menciona en su artículo la importancia de disponer de toda la información suministrada por la gran cantidad de sensores que coexisten en una explotación agrícola, poder centralizar a través de internet y permitir la toma de decisiones inteligentes basadas en dicha información, bien en tiempo real, bien en diferido. Podríamos decir que es la aplicación del big data al sector agrícola con el apoyo de sistemas de captación y transmisión de datos en tiempo real”. Por su parte Carbonell declara en su artículo que la Agricultura 4.0 es un concepto que contempla cómo será la producción de alimentos en los próximos años, donde la robótica, las telecomunicaciones, la información y el marketing digital serán los protagonistas de lo que comemos. (Carbonell,N. 2018)

### **Proceso Productivo**

El origen de la piña según el trabajo investigativo de (Lombana ,J. 2016), es de Brasil y Paraguay (Región del río Paraná), en este documento se postula lo siguiente, “La piña aparentemente fue domesticada por los indígenas y llevada por ellos al Centro y el resto de Sudamérica, región donde fue descubierta por Cristóbal Colón en 1493; Quién mediante las vías marítimas realizadas para la época, realizó la diseminación de esta planta al continente europeo, donde fueron establecidas principalmente en invernaderos y al pasar de los años fue establecida en las regiones tropicales entre Latitudes 30° N y 30° S, debido a su adaptabilidad expresada”. Cerrato, G. (2013) señaló que los cultivos de piña se han establecido mundialmente en las regiones tropicales y subtropicales cálidas, donde existía para el año 2011 un área de 920.536 hectáreas de cultivo de piña (como se cita en Lombana, 2016).

Según Agrocalidad (2016), el proceso productivo inicia con actividades preliminares como selección adecuada del terreno para esto el terreno debe cumplir con las siguientes características:

- Altura entre 350 a 800 m.s.n.m.
- Temperatura entre 20 a 30 °C
- Precipitación entre 1000 a 1500 mm/año
- Disponibilidad de agua para riego en los meses de verano
- Pendientes no mayores al 35%
- Suelos ligeros y permeables con un pH óptimo entre 4.5 y 5.5.

El manual no recomienda que el sitio haya sido afectado por desechos industriales, aguas contaminadas

#### 4.3. Marco Conceptual

**Piña.** Planta monocotiledónea, herbácea y perenne perteneciente a la familia Bromeliaceae compuesta de 46 géneros y 2,00 especies aproximadamente, pertenece al género Ananas y especie comosus, a esta especie corresponden todos los cultivares, varíes e híbridos de uso comercial originaria de las zonas tropicales de Brasil. (Cerrato, 2013)

**Proceso.** Es una secuencia de pasos dispuesta con algún tipo de lógica que se enfoca en lograr algún resultado específico. Los procesos son mecanismos de comportamiento que diseñan los hombres para mejorar la productividad de algo, para establecer un orden o eliminar algún tipo de problema. (definicion.MX, 2015)

**Sistema.** La palabra sistema procede del latín sistema, y este del griego σύστημα (systema), identificado en español como “unión de cosas de manera organizada”. Un sistema

es un conjunto de elementos relacionados entre sí que funciona como un todo

(Significados.com, 2020)

### **Agricultura de precisión.**

***Análisis de datos y tecnologías de monitoreo.*** Se refiere a la agricultura de precisión que trata de recopilar y analizar datos a nivel de planta individual (gartner.com, 2019)

***Big data.*** Según el it glossary, compañía mundial en investigación y asesoramiento de TI (tecnología informática), el big data son los activos de información de gran volumen, alta velocidad y/o gran variedad que exigen formas rentables e innovadoras de procesamiento de información que permitan una mejor comprensión, toma de decisiones y automatización de procesos. (gartner.com, 2019). La agricultura está relacionada con la implementación de sensores, la evaluación y la gestión de riesgos; por lo cual esta herramienta se usa para tomar decisiones estratégicas.

***Cloud computing.*** El cloud computing ha ampliado aún más las posibilidades del big data. A menudo llamada simplemente *la nube*, es la entrega de servicios de computación bajo demanda, todo desde aplicaciones a centros de datos por medio de internet. (oracle.com, 2020).

***Robotización.*** Según la asociación de industrias de robótica, “un robot industrial es un manipulador multifuncional reprogramable para realizar tareas diversas” (González, V. 2002).

***Sistemas de Gestión de la Información agrícola.*** Sistemas planificados para la recogida, procesamiento, almacenamiento y diseminación de todo tipo de datos necesarios para gestionar las operaciones y funciones de las explotaciones agrícolas. (Ecured.co, 2019)

**Software de operaciones.** Ayuda a los agricultores a tomar mejores decisiones de operaciones, rastrear recursos o productividad y ahorrar dinero. (DataScope, 2018)

### **Robotización.**

**Drones.** Son dispositivos de vuelo especialmente diseñados para cumplir diferentes funciones en la gestión, manejo y control de los campos de siembra, su uso en la actualidad es muy importante ya que se emplea para diferentes tareas como la fumigación, aplicación de fitosanitarios, estudio de suelo, captación de imágenes multiespectrales y otras tareas de gran complejidad. Estos equipos de sobrevuelo están equipados con rotores que le permiten elevarse sobre el área de trabajo, la mayoría emplea posicionamiento a través de un GPS y se controlan de forma remota con dispositivos interconectados como un Smartphone o Tablet. (laagricultura. online, 2019)

**Sensores.** Son aparatos capaces de transformar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, en magnitudes eléctricas. Algunas variables de instrumentación son: temperatura, intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, pH, incluso la presencia de una incipiente enfermedad. Estos se colocan directamente sobre la tierra o los cultivos y recolectan distintos datos que luego un software analiza. (EcuRed, s.f.)

### **Control de plagas.**

**Clorpirifós.** (nombre de la IUPAC: O, O-dietil O-3,5,6-trichloropyridin-2-il fosforotioato) es un insecticida (se utiliza para controlar las plagas de insectos) organofosforado cristalino que inhibe la acetilcolinesterasa causando envenenamiento por colapso del sistema nervioso del insecto. Se le conoce por muchos nombres comerciales (ver tabla). El Clorpirifós es moderadamente tóxico y la exposición crónica se ha relacionado con

efectos neurológicos, trastornos del desarrollo y trastornos autoinmunes. (Wikipedia.org, 2016)

***Fitóftora o Phytophthora.*** Es una enfermedad fúngica que conviene prevenir a toda costa. Ataca a las raíces y el cuello de las plantas en suelos mal drenados o regados en exceso: la absorción del agua y los nutrientes se ve dificultada por el hongo que puede acabar secando la planta por completo. (Durán, M. 2016)

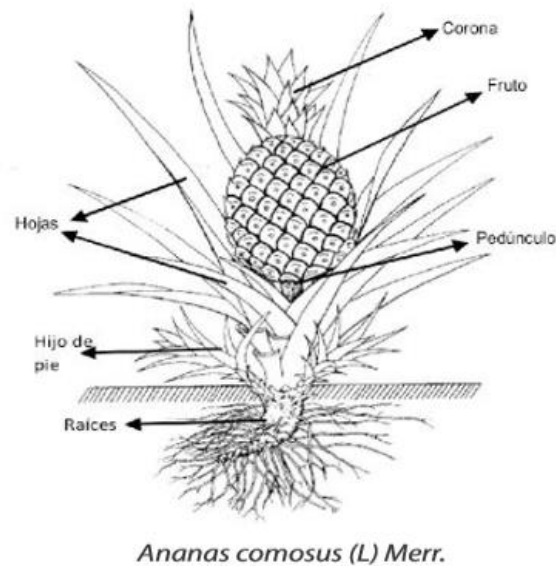
***Los fungicidas.*** Son sustancias tóxicas que se emplean para impedir el crecimiento o eliminar los hongos y mohos perjudiciales para las plantas. (wikipedia.org, 2017)

***Lorsban 4EC.*** Es un insecticida organofosforado de amplio espectro y recomendado para el control de plagas en diversos cultivos para cubrir el follaje de las plantas. (soydelcampo, 2020)

***Trichoderma harzianum.*** Es un hongo que también es usado como fungicida. Se utiliza en aplicaciones foliares, tratamiento de semillas y suelo para el control de diversas enfermedades producidas por hongos. (Wikipedia.org,2010)

### **Descripción morfológica de la piña**

***Flores.*** Esta se caracteriza por ser una espiga de unos 30cm de largo que se origina en el extremo superior del tallo separada de las hojas, compuesta por numerosas florecillas (de 100 a 200) de tres pétalos cada una de un color lavanda muy llamativo. (Cerrato, 2013.)



**Imagen 1.** Morfología de una planta de piña

Fuente: Cerrato, 2013

**Fruto.** Agregado de 100 o más bayas carnosas provenientes de cada una de las ores, en la superficie del fruto solo se observan las cubiertas cuadradas y planas de los frutos individuales pero unidos íntimamente entre sí, los cuales constituyen la corteza dura y cerosa del fruto. El fruto en estado maduro el borde de sus escudetes llamados también ojos presentan una delineación amarillo-verde desprendiendo a la vez un aroma dulce, el color de la pulpa es de blanca a amarillo dependiendo de la variedad. (Cerrato, 2013).

**Hijo de Corona.** Es la corona del fruto, no es recomendable debido a su producción tardía (entre 25 y 26 meses) su peso varía entre 150 y 400 gramos. (Cerrato, 2013)

**Hijos Basales.** Son llamados también bulbillos o slips, nacen debajo del fruto y los que se desarrollan a partir de yemas laterales de la parte superior del tallo son denominados chupones o hapa (se producen de 4 a 9 hijuelos con un peso de 100 a 300 gr.), producen frutos más o menos entre los 16 y 18 meses. Posee gran capacidad de enraizamiento, estos son los que se dejan para conseguir la segunda cosecha y además de ello son los más adecuados para asegurar un cultivo. (Cerrato, 2013)

**Hijo Axilar.** También denominados chupones, nacen de las axilas de las hojas (de 1- 3 hijos) estos producen frutos a los 16-18 meses. Crecen en la planta desde unas pocas a varias semanas después de que la fruta es cosechada; su cosecha es un procedimiento o labor intensiva debido a que deben ser cortados de la planta.

Los hijos basales y axilares se dejan varias semanas en la planta después de la cosecha de la fruta, para que, en una operación separada de cosecha se recolectan estos materiales.

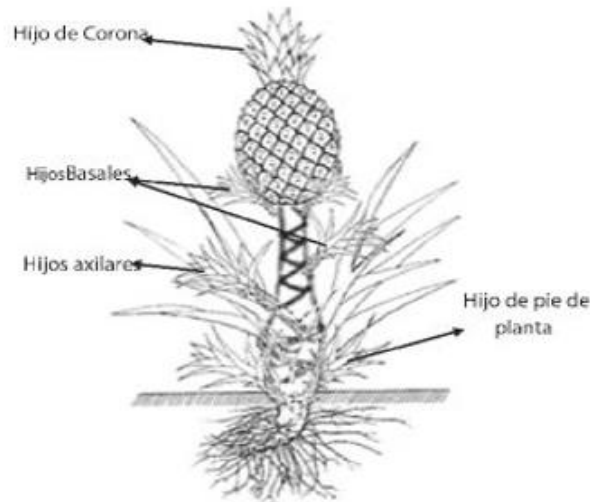
(Cerrato, 2013)

**Hojas.** Su color puede variar denominando el color verde, rojizo y púrpura. Estas pueden ser espinosas o no dependiendo de la variedad y pueden llegar a medir entre 60 y 120 centímetros de largo, su estructura alargada y en forma de canal le permiten recolectar agua de esta manera, aunque la lluvia sea poca el agua cae al pie de la planta permitiendo ser absorbida por las raíces. Una planta adulta presenta de 70-80 hojas. (Cerrato, 2013)

**Pedúnculo.** Une al fruto con el tallo de la planta, posee entrenudos relativamente largos, presenta algunas hojas cortas, de ésta proceden los llamados retoños basales. (Cerrato, 2013)

**Raíces.** Son cortadas, delgadas y con muchas raicillas bastante superficiales se localizan en los primeros 15 cm superiores al suelo, aunque puede profundizar hasta 60 cm o más, éstas se renuevan constantemente. Presenta raíz primaria solamente en plantas obtenidas a partir de semilla, pero ésta muere pronto. (Cerrato, 2013)

**Tallo.** Es una estructura en forma de mazo con la parte superior más ancha generalmente de 30-60cm de altura, emite brotes laterales que reciben el nombre de hijos, chupones o retoños que serán el medio propagativo de la planta. Después de 1 a 2 años crece longitudinalmente y forma en el extremo una inflorescencia. (Cerrato, 2013)



**Imagen 2.** Estructura reproductiva de una planta de piña

Fuente: Cerrato, 2013

### **Tipos de Riego**

***Riego por aspersión.*** Es un sistema de riego en el que el agua se aplica en forma de una lluvia más o menos intensa y uniforme sobre la parcela con el objetivo de infiltrarse en el mismo punto donde cae. Para ello es necesaria una red de distribución que permita que el agua de riego llegue con presión suficiente a los aspersores o difusores. Apaza & La Torre (2017).

***Riego por goteo.*** El riego por goteo o riego gota a gota es un método de irrigación que permite una óptima aplicación de agua y abonos en los sistemas agrícolas de las zonas áridas. El agua aplicada se infiltra en el suelo irrigando directamente la zona de influencia radicular a través de un sistema de tuberías y emisores. Apaza & La Torre (2017).

***Riego por gravedad.*** Se caracteriza por el manejo del agua en base a las diferencias de carga hidráulica conduciendo una corriente de agua desde una fuente abastecedora hacia los campos y aplicará directamente a la superficie del suelo por gravedad sobre el nivel del terreno, a través de surcos para cultivos en hilera. Apaza & La Torre (2017).



***Riego por microaspersión.*** El riego por microaspersión es una variante del riego por aspersión, lanza a presión cortinas de gotas de agua que salen de un emisor, pero con menos alcance el agua no llega tan lejos y gotas más pequeñas. Por lo tanto, los microaspersores son ideales para el riego de plantas pequeñas. Su uso está muy extendido en invernaderos y viveros, y también para el riego de jardines. Apaza & La Torre (2017).

#### 4.4. Marco situacional

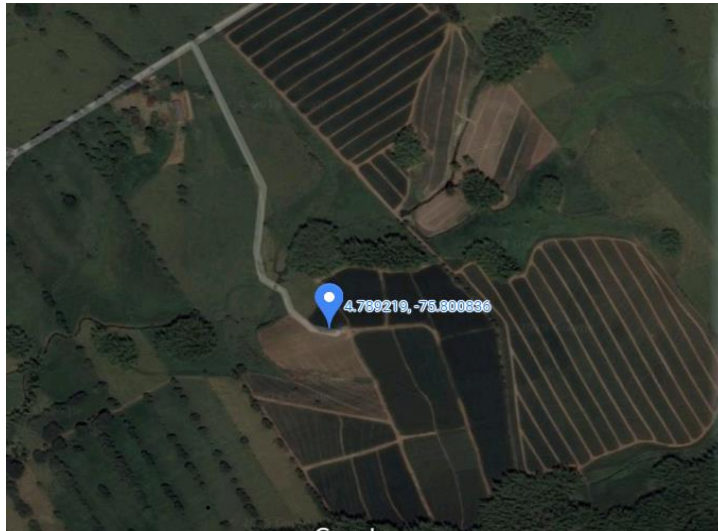
El estudio de investigación está localizado en las fincas Yarima y Araguay, en el sector El Tigre vía Cartago, en el Municipio de Pereira, departamento de Risaralda. La distancia entre la avenida principal y la zona de cultivo es de 4 Km, las oficinas administrativas están a 2 km desde la avenida en dirección a la zona de cultivo, por la cual se accede a través de una vía destapada. El Municipio de Pereira se encuentra a 1.411 m.s.n.m. en el centro de la región occidental del territorio colombiano. Su ubicación en la región cafetera lo posiciona en un punto estratégico dentro del panorama económico nacional e internacional, estando unido vialmente con los centros urbanos del Eje Cafetero y el Valle del Cauca. Además, la región tiene acceso tanto a los medios marítimos como aéreos de comunicación internacionales.



**Imagen 3.** Localización Administración - Zona de Cultivo.

Fuente: Google Maps

La marca azul en la parte inferior de la imagen 3 determina la localización actual de una de las dos fincas de cultivo de piña, la segunda finca se encuentra a aproximadamente a 1.3km (marca amarilla), de regreso a las oficinas administrativas (marca azul inferior).



**Imagen 4.** Localización: zona de cultivo- Finca Yarima

Fuente: Google Maps

## 5. Glosario

**Cultivos anuales:** En la agricultura se denomina cultivos anuales a aquellos cuyo ciclo de producción van entre 7 y 12 meses. (datos.gov.co, 2018)

**Cultivos permanentes:** Cultivos con ciclos de crecimiento de más de un año. (fao.org, 2016)

**Cultivos semipermanentes:** Los cultivos que permanecen en la tierra durante más de un año y dan una sola cosecha. (Fao.org, 2016)

**Gallinaza.** Excretas de gallinas ponedoras que se acumulan durante la etapa de producción de huevo o bien durante periodos de desarrollo de este tipo de aves, mezclado con desperdicios de alimento y plumas. ecured.cu (2020).

**Invetrina 200 EC.** Es un insecticida el cual tiene como ingrediente activo la molécula Cipermetrina; perteneciente a la familia de los piretroides, en una concentración de 200,0 gramos por litro de formulación; presentado en forma de concentrado emulsionable. (invesa.com, 2015).

**Neofat CE.** Coadyuvante con factor 30 de filtros UV, que incrementa entre un 10 a 20% la acción de las moléculas químicas y biológicas, al protegerlas de la radiación ultravioleta.

Actúa colateralmente como insecticida de algunas plagas. (safer.com.co, s.f.)

**Nufosol@s.l.** Microorganismos eficientes que actúan como biofertilizante microbiológico del suelo. Aumenta la disponibilidad de nutrientes mediante la liberación de Fósforo y fijación de Nitrógeno al suelo, reutiliza los desechos orgánicos y recicla nutrientes mejorando la estructura y fertilidad. (Bio-crop.com, s.f.)

**Regulamix.** complejo de hongos entomopatógenos (atacan insectos), poderosa ofensiva contra las plagas que atacan los cultivos. (agroactivocol, 2020)

**Riesgo Ergonómico:** probabilidad de desarrollar un trastorno musculoesquelético debido al tipo e intensidad de actividad física que se realiza en el trabajo (cenea, 2020)

**Sistemas fijos:** se colocan los aspersores en el marco establecido, y el sistema de tuberías puede ser enterrado o bien superficial, quedando como parte saliente y con la altura adecuada el vástago donde irá incorporado el aspersor (Novagric, 2016)

**Sistemas Semifijos:** Sistemas que se van desplazando de una zona a otra de forma manual o mecanizada mediante un desmontaje rápido del sistema. (Novagric, 2016)

**Zona radicular:** Capa del suelo que contiene raíces de plantas. (Infojardin, s.f.)

## 6. Hipótesis

El uso de herramientas de la agricultura 4.0 en los procesos de cultivo de la piña incrementa la eficiencia del área cultivada para los productores en el corregimiento de cerritos.

## 7. Metodología de la Investigación

A partir de los objetivos específicos propuestos se describe el tipo de investigación, la fuente de información, las técnicas e instrumentos de investigación para cada uno.

**Objetivo específico 1.** Desarrollar un estudio del estado actual de la región en aspectos de agricultura 4.0.

**Tipo de Estudio.** Inductivo

Es un razonamiento que analiza una porción de un todo; parte de lo particular a lo general. (profesores.fi-b. unam, s.f.). Este método se elige porque permite identificar cada elemento del entorno de estudio, para finalmente realizar un mapa general del sector.

**Técnica.** Investigación documentada, que permita identificar el estado actual de la región

**Fuentes.** Internet, bases de datos, artículos, tesis, reportes regionales.

**Objetivo específico 2.** Identificar el proceso productivo de la piña en el corregimiento de Cerritos

**Tipo de Estudio.** Observación.

**Técnica.** El investigador observa directamente el objeto de investigación con la intención de medir sus características, utilizando los sentidos y otras herramientas tecnológicas. (profesores.fi-b. unam, s.f.)

**Fuentes.** Entrevista a profundidad al productor Álvaro Mejía, donde se analiza las herramientas actuales utilizadas en el proceso productivo para brindar de forma eficiente herramientas tecnológicas que permitan aumentar la productividad de los cultivos.

**Objetivo específico 3.** Determinar los recursos tecnológicos para el sistema de riego en proceso de fertilización y control de plagas del cultivo de piña que incrementa la productividad de los piñicultores de Cerritos en el corto y mediano plazo.

**Tipo de Estudio.** Análisis

Separación de un todo en sus partes constitutivas con el propósito de estudiar éstas por separado, así como las relaciones que las unen. (profesores.fi-b. unam, s.f). Este método permite observar el entorno actual de la agricultura 4.0 y mediante el análisis adaptar estas herramientas a las condiciones y necesidades de la investigación.

**Técnica.** Documentos en la web, documentos verbo-icónicos (videos aplicativos).

**Objetivo específico 4.** Establecer las características complementarias que requiere el proceso de tecnificación del cultivo de piña para mejorar la productividad

**Tipo de estudio.** Análisis

Este método permite revisar el estado del arte en relación con la necesidad de la información, es decir que se examina esas características que según los expertos complementan la tecnificación de una empresa.

**Técnica.** Análisis de expertos.

Consiste en la extracción de las partes de un todo, con el objeto de estudiarlas y examinarlas por separado, para ver, por ejemplo, las relaciones entre las mismas.

**Fuentes.** Documentos en la web, artículos de expertos.

La metodología anterior responde a la necesidad del estudio de investigación de adquirir determinadas herramientas que le permitan al productor de piña ubicado en el sector El tigre.

## **8. Risaralda, una mirada hacia la Agricultura y la Tecnología**

En este capítulo se desarrolla el objetivo No 1: Desarrollar un estudio del estado actual de la región en aspectos de agricultura 4.0.

A continuación, se emplea una investigación en la cual se determinan elementos que caracterizan el *Sistema Inteligente de Agricultura* y obtener una perspectiva de su uso en la región, seguido de la conclusión sobre estos fundamentos claves. Posteriormente se aplica una encuesta a los productores frutícolas de la región, la cual se desarrolla haciendo uso de las tecnologías de la información y la comunicación TIC. Finalmente se analiza el resultado de la herramienta estadística aplicada para concluir sobre el estado actual de Risaralda.

### **8.1. La tecnología en Risaralda**

El uso de técnicas y herramientas de la agricultura inteligente como apoyo en el campo es un modelo medianamente conocido en la región, además, factores como productividad, eficiencia en tiempos, eficiencia en costos y calidad de los alimentos se encuentran inmersos en este modelo. Sin embargo, la desinformación y las creencias que puedan tener los productores agrícolas se convierte en una barrera que limita el aprovechamiento de este sistema. Risaralda, por vocación agrícola, posee diversas oportunidades para que el boom de la industrialización sea explota, este suceso beneficia principalmente a los productores agrícolas por el correcto uso de este sistema en los procesos de cultivo.

### **8.2. Fundamentos clave en la Agricultura Inteligente.**

Para dar respuesta a este objetivo se emplea una investigación sobre las tecnologías que se pueden aplicar en el campo, para lo cual se hace una caracterización de los elementos de la Agricultura Inteligente, también conocida como Smart Farming, Agritech, Agricultura de Precisión y Agricultura 4.0; como solución para mejorar la productividad y satisfacer las necesidades actuales de la sociedad.

Según el informe de población de la organización de naciones unidas (ONU) *Cómo alimentar al mundo en 2050*, dado en el 2015, se estima que la población mundial aumentará de 7.300 millones a alrededor de 9.700 millones en 2050, lo que indica que los agricultores deberán haber aumentado la producción de alimentos en un 68 % para poder satisfacer la demanda global (fao, 2009). Para promover este llamado , la ONU declaró los *17 objetivos de desarrollo sostenible*, en donde la tecnología y la agricultura toman un papel transversal para “proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad” (undp.org, 2018).

Ante esta disposición y frente a la gran pregunta ¿Cómo va a alimentarse la humanidad cuando las condiciones del campo son tan precarias? Una alternativa es: Hacer uso de la agricultura inteligente.

Desde esta concepción se obtienen las siguientes definiciones para la misma expresión:

**Smart Farming** es un concepto que se refiere a la aplicación de tecnologías de información y la comunicación (TIC 's) a la agricultura para aumentar la cantidad y la calidad de los productos agrícolas (Doctortecno, 2019).

**AgriTech**. Es el uso de tecnología e innovación tecnológica para mejorar la eficiencia y la producción de la agricultura. En pocas palabras, es la aplicación de tecnología para mejorar todos los elementos del proceso agrícola y de crecimiento (Bonino, 2019).

**Agricultura 4.0** es un concepto que contempla cómo será la producción de alimentos en los próximos años, donde la robótica, las telecomunicaciones, la información digital y el marketing digital serán los protagonistas de lo que comemos. (Carbonell, 2018)

**La agricultura inteligente o Smart Farming**. Representa la aplicación de TICs en la agricultura en lo que se ha venido en denominar una tercera revolución verde (Agriculturers, 2018)



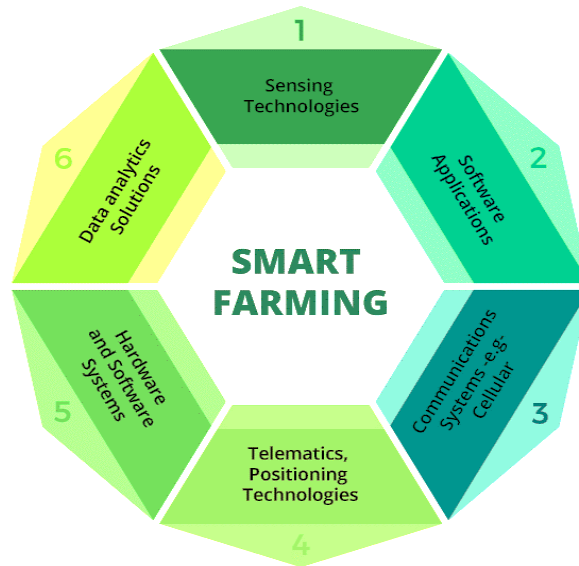
*La agricultura inteligente (CA)* pretende mejorar la capacidad de los sistemas agrícolas para apoyar la seguridad alimentaria e incorporar la necesidad de adaptación y las posibilidades de mitigación en las estrategias de desarrollo agrícola sostenible (fao.org, 2020)

En este sentido y tal como se afirma en el artículo *Agro y tecnología: cosechando futuro*, gracias a las TIC es posible desarrollar sistemas de producción y distribución más efectivos que terminan por aumentar la producción, reduciendo los costos y el impacto ambiental (Tecnovant, 2017).

Actualmente, Colombia se encuentra en un momento de transformación digital, y el sector agrícola debe aprovechar para maximizar sus beneficios. De este modo, startups como *Landing AI*, primer centro de desarrollo de inteligencia artificial (IA) en Medellín, diseñan herramientas con tecnología inteligente para aumentar la productividad de las diferentes industrias. El creador de *Landing AI*, comenta, están construyendo sistemas que le pueden tomar fotos a los cultivos y extraer un diagnóstico con base a la calidad percibida, “con maquinaria agraria tenemos muchos avances que generan un impacto importante en la productividad de la industria” (cómo se cita en Suárez, 2019).

De este modo, términos como el Smart Farming, Agritech, Agricultura 4.0, etc., se refieren fundamentalmente a la aplicación de las TIC 's en el campo. Sin embargo, en la práctica se debe conocer que elementos en sí participan y hacen que sea específicamente Smart Farming.

Beecham Research, expertos en servicios y plataformas m2m/iot en Inglaterra, señalan las tecnologías involucradas en la agricultura inteligente. (Beecham Research, 2014)



**Imagen 5.** Tipos de tecnologías que definen el Smart Farming

Fuente: Beecham Research

Año: 2014

De forma similar, Hau, Haim, Sonali y Akhil (2017); definen las siete tecnologías que están haciendo que las granjas sean más inteligentes, “si bien la tecnología no es en absoluto una panacea”, dice Mendelson, “puede crear un sistema alimentario más productivo, eficiente, sostenible y resistente” (p. 3).

Estas son: Análisis de datos y tecnologías de monitoreo, innovaciones de productos, mercados digitales, software de operaciones, herramientas de desarrollo de habilidades y recursos de riego. Los autores resaltan que estas tecnologías aplicadas harán más productiva y eficiente la agricultura, no obstante, se debe seguir avanzando en lograr que además sea sostenible para el planeta, buscando nuevas tecnologías para no dañar los cultivos ni las tierras.

En síntesis, y teniendo en cuenta estos dos enfoques anteriores, se concluye que para aplicar el modelo de Smart Farming se deben integrar la robotización, el internet de las cosas y/o los sistemas de información.

El internet de las cosas se refiere a interconectar el análisis de datos, incorpora sensores para aumentar el rendimiento por hectárea, optimizar procesos, mejorar la calidad y cantidad de alimentos, ahorrar tiempo, predecir fallos en máquinas, e incluso controlar plagas son solo algunas de las ventajas que ofrece a la agricultura el iot. (Ecoonomia.com, 2017)

La robótica por su parte aplicada a la agricultura es denominada ‘robótica de servicios’. Este tipo de robótica se caracteriza porque en lugar de priorizar al aumento de la producción, se enfoca en ayudar o sustituir al humano en labores de agricultura al aire libre, así como bajo cubierta, por ejemplo, soluciona labores de poda, fumigación, recolección de frutos, vigilancia de cosechas, entre otros, lo que aumenta significativamente la productividad en el campo (Barrientos y Cerro, 2016). Los más usuales son: sensores, drones, big data, cloud computing.

Ibarra (2012), define la agricultura de precisión como un modelo en el cual se optimiza el uso de los recursos mediante el adecuado manejo de la información y agrega que la agricultura de precisión es como estrategia de administración que utiliza tecnología de la información para recolectar datos útiles en busca de adecuar el manejo de los suelos y las parcelas. Es la gestión de cultivos, basado en la existencia de variabilidad en campo haciendo uso de las tecnologías de GPS (global position system), sensores, satélites e imágenes aéreas para estimar, evaluar y entender dichas variaciones. En forma corta, el autor define la agricultura de precisión cómo: "el proceso de poner el producto adecuado, la cantidad adecuada, en el lugar adecuado y en el momento adecuado" (p.12). Según Ibarra, algunas de las tecnologías de automatización y control de las variables vitales dentro de un cultivo, son los plc, sensores, motores y dispositivos electrónicos, que en general marcan la diferencia a la hora de optimizar un proceso bien sea dentro o fuera de un cultivo.

Los siguientes elementos están involucrados en la agricultura de precisión: sistemas de posicionamiento global (GPS), sistemas de información geográfica (gis o sig), percepción remota, monitores de rendimiento, sensores y aplicación variable de insumos (VRA).

**GPS.** Sirve para realizar mapas geográficos y determinar superficies de cultivo y su exacta ubicación. Las imágenes satelitales y aéreas permiten diferenciar las zonas de cultivo, determinar superficies, problemas puntuales de plagas o enfermedades, deficiencias nutricionales, estudios de suelos y potenciales rendimientos de los cultivos. Se obtienen precisiones de hasta 2 cm. (Salinas, 2014)

Las conexiones inalámbricas aplicadas en la agricultura de precisión son *wifi*, *GSM*, *bluetooth* y *zigbee*, que permiten el uso de las aplicaciones de este modelo, de forma de comunicación segura, económica y con nivel bajo de consumo energético.

**Sistema de gestión geográfica (SIG).** Sistema informático que tiene la capacidad para ingresar, almacenar, manipular y presentar datos que están geográficamente referenciados. En la agricultura moderna cada variable medida está exactamente localizada para tener la posibilidad de volver a él, actuar y grabar nuevamente el resultado (Agriculturers, 2017).

**Dosis variable VRT.** Es una tecnología de la agricultura de precisión que permite dividir una unidad agrícola de acuerdo con las necesidades de insumos; de esta forma cada zona puede tener un manejo específico y recibir los nutrientes necesarios con la dosis conveniente para cada una de las áreas. En forma automática se usa GPS, un software con la prescripción de las dosis espaciales del lote, un controlador, un actuador hidráulico o eléctrico, y un radar de velocidad real que regula el giro del motor hidráulico de mando para colocar la dosis (Ámbito Financiero, 2014).

### **8.3. Conclusión de los fundamentos clave de investigación.**

La solución a la problemática de seguridad y sostenibilidad alimentaria que enfrenta el mundo actual es un llamado a los proveedores a estar a la vanguardia de los cambios en la forma de producir. En Colombia no es diferente y para Risaralda, la industrialización agrícola es una oportunidad enorme para generar estrategias que le permitan diferenciarse y permanecer en el tiempo con productos de calidad, y a bajo costo. Desde este punto de vista, la agricultura inteligente, con numerosas denominaciones en la práctica, ofrece herramientas a los productores que mejoran los procesos de cultivo en tiempo y beneficio. Básicamente la agricultura inteligente está compuesta por tres ejes fundamentales: la robótica, los sistemas de información y el internet de las cosas. De este modo se encuentra que hay diversidad de tecnologías para actividades específicas, y seguramente se encuentra en constante aumento, dependerá del uso y de la visión del productor aprovechar los diferentes niveles de uso de TIC 's para gestionar los cultivos y alcanzar los objetivos de producción y rentabilidad.

### **8.4. Características de la herramienta estadística aplicada**

Como investigadoras, nuestra necesidad y objetivo de la encuesta es captar el grado de conocimiento y usabilidad de las TIC de los productores agrícolas en el sector agrícola regional. Para ello, las preguntas fueron diseñadas para un sí y un no, teniendo en cuenta que se buscaba respuestas puntuales en los encuestados. Son 5 preguntas que satisfacen las variables de investigación, y que en el análisis se puede cuantificar sin complejidad alguna. El instrumento de encuesta se realizó por medio telefónico. De los cinco componentes de la muestra se tuvo acceso a cuatro.

**Definición de la muestra.** La población objetivo pertenece a los productores y empresarios del sector agrícola en la ciudad de Pereira. Corresponde a una muestra no probabilística, elegida por las investigadoras, a partir de los criterios y necesidades de

investigación requeridos. La elección fue cuidadosa y controlada, puesto que se buscaba diversidad del productor en: actividad agrícola, ubicación cultivo y tamaño del cultivo.

**Trabajo de campo para la recolección de información.** Una vez ajustado el instrumento con la necesidad de la investigación y la fácil interpretación de la encuesta, en vocabulario y consistencia de las preguntas, se realizaron finalmente 4 encuestas telefónicas con formato a la mano para cada encuestado. A continuación, se exponen los resultados de la encuesta:

### 8.5. Resultados de la herramienta estadística aplicada “La agricultura en la región”

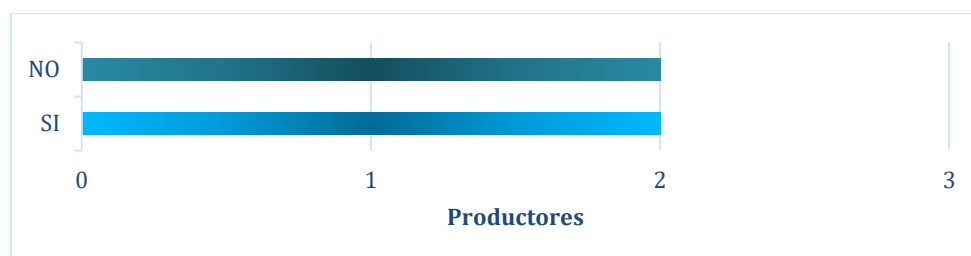
**Generalidades de la muestra.** Los cultivos de los productores son los siguientes: naranja, limón, mandarina, guadua y piña. Lo anterior garantiza la diversificación de la muestra. El promedio de actividad con el cultivo es de 22 años, con un máximo de 30.

Con la primera pregunta se desea conocer si conocen la *Agricultura Inteligente*, se plantean diferentes denominaciones para ampliar la visión del concepto y realizar el posterior análisis.

**Tabla 1.** Rango en hectáreas del cultivo

Rango (en hectáreas)	# productores
1 a 10	1
2-20	0
Más de 20	3

Fuente: Elaboración propia

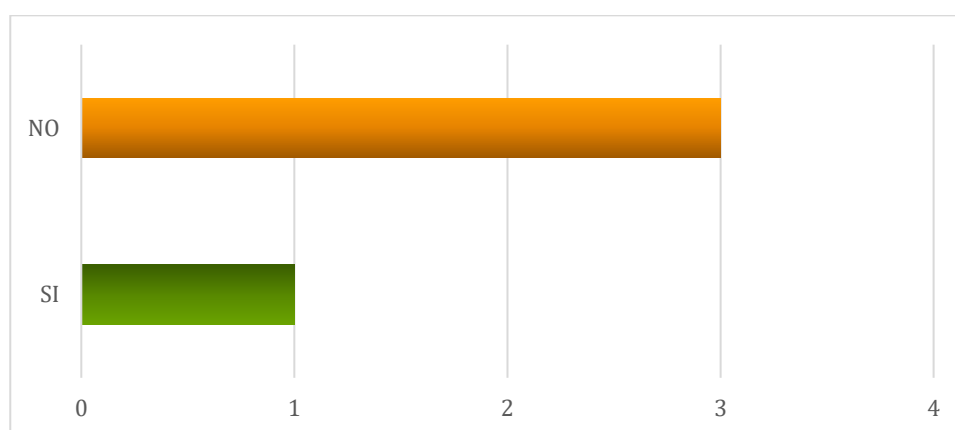


**Imagen 6.** Conocimiento sobre la agricultura 4.0

Fuente: Elaboración propia

Al indagar inicialmente sobre el conocimiento de los productores de términos como agricultura 4.0, Smart Farming, Agritech, agricultura inteligente; se observa que la mitad no entienden el término o desconocen de qué se trata, mientras que la otra parte si lo conocen. Al relacionar el tiempo promedio con el cultivo los datos anteriores, se concluye que a pesar de que son personas con tiempo significativo con el cultivo, no están actualizados con las nuevas formas de producir. Como se observa en la imagen 3, de las personas que sí conocen el término el 50% los aplica en su cultivo. Estas aplicaciones están representadas por el uso de drones en el cultivo de guadua para “monitorear en tiempo real, tomar decisiones y visualizar la evolución del cultivo en el tiempo”, menciona el productor.

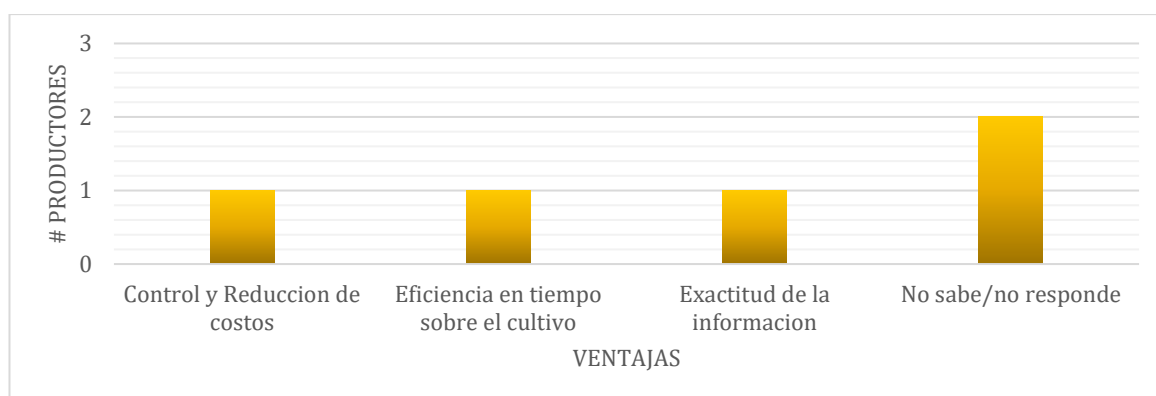
Para la pregunta 2, se explica sobre el término de agricultura inteligente y se cuestiona sobre el uso transversal de TIC 's en sus cultivos o en otros colegas del sector.



**Imagen 7.** Uso de la TIC en el cultivo

Fuente: Elaboración propia

Según la imagen 4, los productores encuestados aceptan que el uso de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) afectan directamente los costos operativos del cultivo, por lo que se obtendrán reducciones positivas para el que las implemente, pero también agregan la exactitud que arrojan estas tecnologías y la eficiencia en los procesos del cultivo agrícola. Como resultado negativo se encuentra que el 50% de los encuestados, aún después de esclarecer la definición de TIC 's en la agricultura, no supusieron ninguna ventaja.

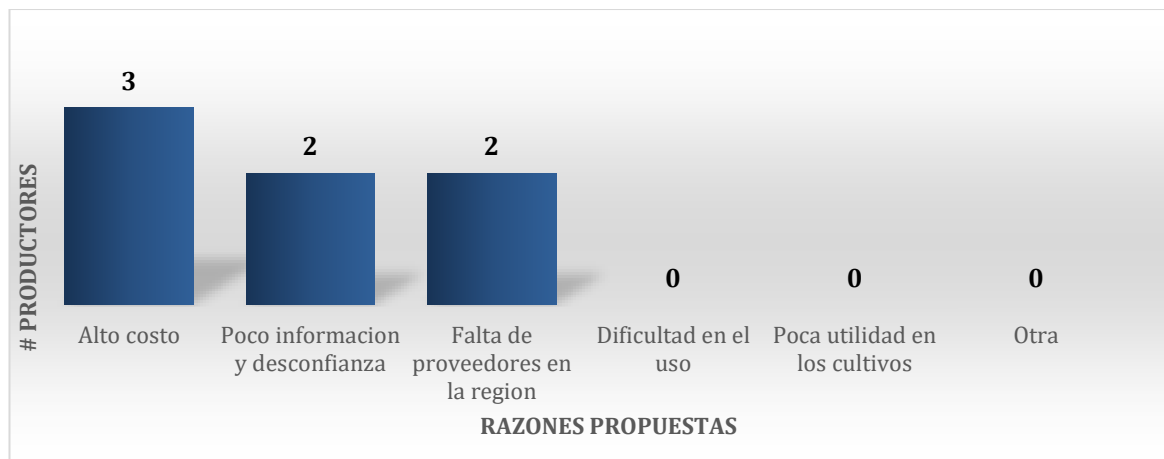


**Imagen 8.** Ventajas de las TIC en el cultivo agrícola

Fuente: Elaboración propia

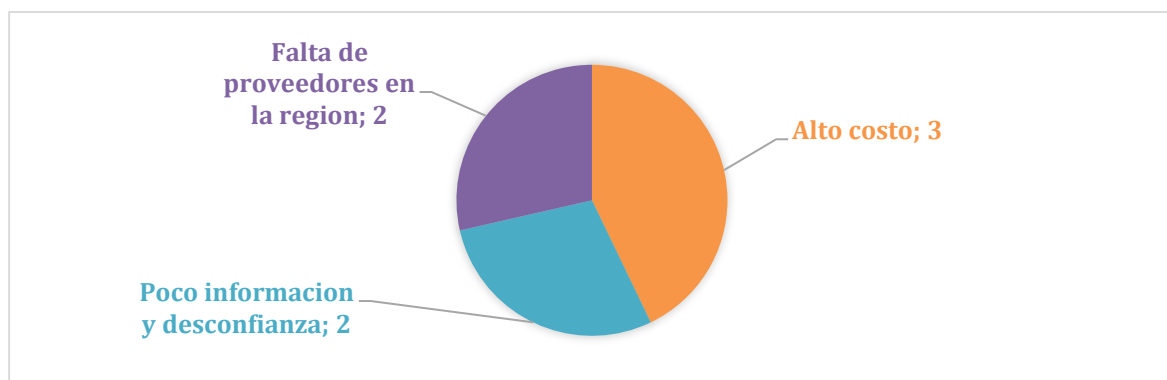
En cuanto a las razones por las cuales no se implementan TIC 's en los cultivos, el alto costo es el inconveniente principal a la hora de tomar decisiones, sin embargo, la desinformación y la falta de proveedores en la región también causan freno en el momento de querer acceder a estas herramientas. Se observa igualmente en la imagen 5, que los productores si le encuentran beneficio al uso de TIC en los cultivos agrícolas.





**Imagen 9.** Razones propuestas

Fuente: Elaboración propia



**Imagen 10.** Razones principales de no uso de TIC en los cultivos

Fuente: Elaboración propia

## 8.6. Conclusiones del capítulo

Los resultados de la encuesta sugieren un bajo uso de TIC 's por los productores regionales como herramienta de apoyo de las actividades de cultivo. Se considera que esto se relaciona con las características de los productores en cuanto a su tiempo en la actividad y desinformación sobre las TIC 's en la agricultura, pues la difusión e implementación de en el país y en el sector agropecuario ha sido relativamente reciente, y su confianza radica en observar el éxito en otros. Los productores que no conocían casos de aplicación de

Agricultura 4.0, mostraron desconfianza con la implementación de estas herramientas en la encuesta. Se evidencia igualmente que los altos costos de estas herramientas, son un obstáculo para adentrarse en la Agricultura 4.0 para los productores. Sin embargo, como investigadoras, lo relacionamos con la desinformación en el tema, como se encontró en el instrumento. No obstante, y como se espera demostrar en el presente estudio de investigación, los altos costos no son un impedimento para acceder a las TIC 's, pero si lo es la desinformación.

Como observación adicional, al relacionar la encuesta con la entrevista inicial con el productor de piña, al cual va enfocado el estudio, se encuentra que el productor si conoce las TIC, pero también posee desinformación en el tema. Al igual que los encuestados tienen un concepto erróneo de la Agricultura Inteligente en cuanto a costos y forma de implementarlas correctamente.

En esta investigación inicial se encuentra que el uso de teléfono, un computador o un artefacto artesanal no es Agricultura 4.0, como lo afirma el productor de piña inicialmente; por su parte es necesario vincularlos con el cultivo para obtener la máxima eficiencia de ambas. Más allá de esto, la Agricultura Inteligente es todo un conjunto de herramientas que interaccionan entre sí, y que tiene inmensidad de beneficios para quien las use. La cantidad, especificaciones y usos, traspasan los hallados en este capítulo, sin embargo, para un primer acercamiento como lo es el pequeño productor de piña, con la tecnificación; es apropiado para el análisis posterior.

## **9. ¿Cómo se cultiva la piña en Cerritos?**

En este capítulo se dará respuesta al objetivo No 2: Identificar el proceso productivo de la piña en el corregimiento de Cerritos.

Inicialmente se localiza el sector donde se desarrolla la investigación. Luego se hace una descripción de cada proceso en el cultivo del fruto en la región, a través de la ejecución de las dos entrevistas a profundidad (A. Mejía, comunicación personal, 5 de junio del 2019), la primera a l productor Don Álvaro Mejía, y la segunda al administrador del cultivo Don Oscar sobre el proceso de producción del cultivo de piña. Para finalizar se encuentran las conclusiones del capítulo del cultivo de la piña en cerritos.

### **9.1. Así cultiva la piña Don Álvaro Mejía en Cerritos**

Aunque los departamentos de Santander, Valle del Cauca, Meta, Cauca y Norte de Santander ofrecen la mayor parte de la producción total de piña en el país. Risaralda aporta al igual que ellos, un fruto de muy buenas propiedades en calidad y sabor (Asohofrucol, 2019).

La piña MD2 u Oro miel se ha diferenciado de otras variedades, como la piña perolera, piña manzana y otras por su fenotipo; característica que fomenta un mercado actualmente en aumento. Este tipo de piña es la que se cultiva en las fincas *Yarima* y *Araguay* a cargo de Álvaro Mejía Marulanda, representante de los Piñicultores en la región en años anteriores y dueño de la empresa Finca La Troja S.A.S dedicada al cultivo de frutas tropicales. En estos terrenos se ha cultivado la piña por 30 años y se ha mantenido gracias a la organización del empresario y a su experiencia con el cultivo.

Este fruto tiene la ventaja de poder ser producido durante todo el año sin la presencia específica de las estaciones, puesto que no es exigente con las condiciones climáticas y topográficas requeridas. Su proceso de producción es el mismo para cualquier localización

del cultivo, las técnicas y las herramientas usadas son las que diversifican tanto el costo como la calidad del producto. Para estas fincas localizadas en el sector El tigre vía Cartago, en el Municipio de Pereira, departamento de Risaralda, corresponde el proceso de producción a continuación especificado. El desglose de esta información se consigue después de llevar a cabo el trabajo de campo realizado en el cultivo. Las fotografías (Velasco, Y2019) corresponden al cultivo.

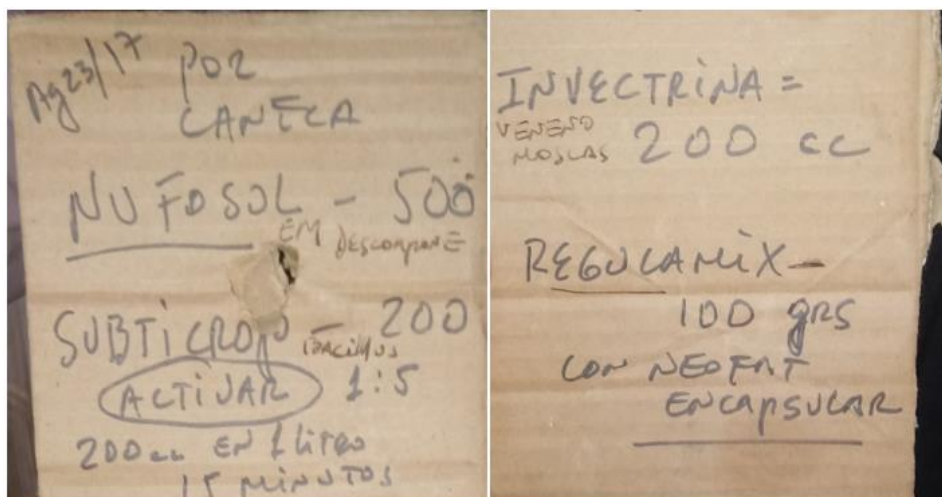
## **9.2. Etapas del proceso de cultivo de piña en las Fincas Yarima y Araguay**

El cultivo se desarrolla a una altitud de 1411 metros sobre el nivel del mar y tiene dos ciclos, una primera cosecha que dura entre 14 y 15 meses entre la siembra y la cosecha, y un segundo ciclo o segunda cosecha que está entre 11 y 12 meses. Previamente se analizan dos fases importantes: El terreno y la preparación del suelo.

**Selección y delimitación del terreno.** El área de 20 hectáreas de cultivo de piña en la finca “Araguay”, son alquilados a un familiar para la implantación del sistema productivo de piña MD2. Esta selección según el productor no se hace aplicando estándares para medir las características del terreno, manifiesta que lo hace según sus necesidades de siembra y a través de su experiencia en este campo. Según el productor, el terreno es pendiente, lo cual dificulta la adecuación para la siembra y hace referencia a un suelo no muy arcilloso (Entre capa negra y capa amarilla).

### **9.2.1. Preparación del terreno.**

*a. Limpieza.* consiste en guadañar el terreno con el tractor, continuando el proceso con la aplicación de hongos llamados Nufosol usando 500 cc, Invectrina usando 200cc y Regulamix usando 100 grs con Neofat. Las anteriores cantidades se usan por caneca de 200 litros que sirven para descomponer la materia orgánica residual del cultivo anterior. Según el productor no se hace aplicación de material orgánico como gallinaza argumentado que es costoso.



**Imagen 11.** Plan de aplicación de Hongos en la preparación del terreno

Fuente: Velasco, Y2019

En la imagen anterior se observa el plan de aplicación de Hongos artesanal elaborada por el productor. Se muestra el producto y la cantidad a dosificar.

**b. Mecanización.** Para este cultivo el productor Álvaro Mejía es propietario de un tractor de 90 caballos de fuerza, según él es de baja capacidad conforme a las necesidades del cultivo. Este tractor realiza la labor de arar la tierra para el proceso de siembra, el cual tiene



una duración entre 4 a 5 meses según las condiciones climáticas.

**Imagen 12.** Drenajes en el cultivo de piña

Fuente: Velasco, Y2019

**c. Drenajes.** Cómo se observa en la imagen anterior se hace de forma empírica y a través de la observación directa del terreno, lo que quiere decir que no se siguen estándares y que se realiza según lo determine el productor, estas actividades se programan al contrato por labor, utilizando herramientas como pala y palín. El tamaño de los drenajes entre camas tiene las siguientes medidas: 80cm ancho por 20cm de profundidad y los drenajes al final de la parcela tiene 30cm ancho por 15cm de profundidad.

### 9.2.2. Proceso productivo de la piña



**Imagen 13.** Proceso de Selección de Puyones

Fuente: Velasco, Y2019



**Imagen 14.** Distribución (izquierda) y siembra (derecha) de puyones

Fuente: Velasco, Y2019

**Siembra.** Este proceso se observa en las imágenes anteriores, para la siembra se maneja una densidad de parcela de 10.000 plantas/lote, los colinos son distribuidos en la cama, después de ser seleccionados por tamaño, manejando intervalos de 300-400 gramos, 400-500 gramos y 500-600 gramos para obtener una cosecha uniforme. El trabajador para la siembra se guía de una piola que está marcada cada 25cm entre colino y deja un espacio entre líneas 40 a 45cm con 130 a 135cm entre camas y 80 cm para la vía. El trabajador realiza esta labor al contrato de forma manual empleando un recatón pequeño según el productor Álvaro Mejía. La siembra se hace escalonada, proyectando proporcionalmente la producción a la demanda del mercado, de esta forma se obtienen labores y cosecha continua.

**Control de Plagas.** Prevenir y controlar es muy importante para obtener una estabilidad del cultivo por lo cual se implementa sistemas de riego a partir de los 8 días de siembra con fungicidas (Ridomil o Curasil) e insecticidas (Lorsban o Clopirifos) para combatir insectos y enfermedades como la Fitóftora y a los 15 o 20 días se aplica el Trichoderma para combatir los hongos según el productor lleva esta línea de tiempo que le permite controlar el cultivo.





**Imagen 15.** Fitóftora en mata de piña

Fuente: Velasco, Y2019

**Fertilizantes.** Para la aplicación de fertilizantes no hay una previa elaboración de un programa de fertilización basado en análisis de suelo y follaje.



**Imagen 16.** Proceso de fertilización en cultivo

Fuente: Velasco, Y2019

En la imagen anterior se visualiza a un colaborador de las Finca Araguay en el proceso de fertilización de la piña. A continuación, se explica el plan de aplicación de fertilizantes.



Según el *Manual de aplicación de buenas prácticas agrícolas de producción de piña* (2016), el productor debe tener en cuenta su línea de tiempo, clima y necesidades cultivo; estableciendo número de ciclos y la dosis de aplicación para suplir la ausencia de nutrientes en cada una de las fases del cultivo. En el cultivo de las Fincas Yarima y Araguay se realiza la fertilización de forma empírica de la siguiente forma:

**Tabla 2.** *Fertilizantes y período de aplicación*

#	Periodo	Nombre del Fertilizante- Propiedades	Forma de aplicación
1	Primer día de siembra	Hydran 1k BP450 500cc, Cañaveral 300 y Nytrabor 1k (15 canecas)	por cada caneca de 200 litros
2	15 – 20 días después de la siembra	Nitrógeno, Potasio, fosforo, "Triple 15%". Zinc, Hierro, calcio, magnesio	Para desarrollo radicular
3	45 días después de la siembra	Hongos Heptomepatogenos y Facilumises	
4	6-7 meses después de la siembra	Nytrabor 1k, pirifus 500 manzate 330, 1Hydran 1k.(8canecas); Hydran 1k, Nytrabor 1k y Pirifus 300cc (6canecas	Aporte de calcio, nitrógeno nítrico y boro por cada caneca de 200 litros
5	90-180 días después de la siembra	Ethel (Etefon)10 cc, Boro 100gr y urea 400gr Inducción a la floración	por caneca de 200 Lt.

Fuente: Elaboración propia



**Imagen 17.** Productos de Fertilización

Fuente: Elaboración propia

**Cosecha.** Para el productor, esta etapa se presenta pasados 180 días de la inducción floral, etapa en la cual los trabajadores comienzan la etapa de recolección del fruto manualmente, caminando por las vías con canastos en la espalda para llevar el fruto a un punto del terreno donde es seleccionado a través de la observación y luego pesado para posteriormente ser empacado en canastas y transportado al mercado.



**Imagen 18.** Recolección del fruto (Izq.). Selección del fruto y clasificación (Der.)

Fuente: Velasco, Y2019

El proceso productivo en esta investigación utiliza las herramientas literarias para contrastarlas con la investigación de campo realizada en busca de observar la situación actual del cultivo y obtener la información necesaria para el estudio y a partir de ahí brindar herramientas tecnificadas que mejoren este proceso productivo

### 9.3. Conclusiones del capítulo

La piña MD2 es la fruta tropical de mayor demanda de consumo de alimentos saludables, con un incremento en el mercado nacional e internacional debido a sus características de color y sabor. En el estudio realizado en las fincas *Araguay* y *Yarima* se observa que el cultivo está organizado para una producción continua llegando a obtener una cosecha y postcosecha del fruto constante durante todo el año y además un equilibrio en las ventas.

A partir de las entrevistas aplicadas, tanto al productor como al administrador del cultivo, se encuentra que el proceso productivo en las fincas es tradicional, y que carece de técnicas y tecnologías que podrían reducir los costos de producción, además se identifica que el sistema de riego implementado por el productor podría ser agente de estudio para mejoras

De este modo se ratifica la necesidad de implementar herramientas tal como las propuestas posteriormente en el desarrollo de los próximos objetivos; los cuales se enfocarán en brindarle técnicas y herramientas que mejoren el sistema actual de riego, puesto que es un proceso potencial para mejora en el cultivo de la piña, debido a que los empleados se encuentran en riesgo por tener un contacto directo con los productos de riego.

## **10. Creatividad, solución eficiente a la productividad**

En este capítulo se da respuesta al objetivo No.3: Determinar los recursos tecnológicos del sistema de riego actual en el proceso de fertilización y control de plagas con el fin de proponer nuevas técnicas y herramientas para mejorar el cultivo de la piña de acuerdo a las condiciones del terreno y del productor.

Para el desarrollo del objetivo, inicialmente se muestra y se describe el funcionamiento del sistema de riego actual implementado en las fincas Yarima y Araguay. Después se propone el diseño del nuevo sistema y sus elementos con su respectiva descripción. Seguido de la funcionalidad y ventajas que el modelo otorga frente al sistema actual. Por último, se presentan las conclusiones del capítulo.

### **10.1. Así es el Riego por aspersión en las fincas Yarima y Araguay**

A través de la investigación se ha observado que el sistema de riego es de gran importancia para los cultivos debido a que influye en factores como la productividad y rentabilidad. Sin embargo, características como el tipo de suelo, condiciones climáticas, equipo de riego y estado del cultivo son claves.

Un sistema de riego está constituido de manera simplificada por una línea de conducción del agua y una red de distribución. La línea de conducción es la que lleva el agua desde la fuente hasta el inicio de cada parcela; la red de distribución es la que se encarga de repartir el agua en las propias parcelas desde la toma de estas.

De este modo, los productores en busca de mejorar el proceso de riego optan por crear sus propios sistemas artesanales. Con esta idea el empresario Álvaro Mejía a través de su experiencia ha modificado el sistema de riego con bomba tradicional y actualmente ha implementado el siguiente sistema de riego.

## 10.2. Arquitectura del sistema actual y funcionamiento en general



**Imagen 19.** Extracción del



**Imagen 20.** Depósito de agua



**Imagen 21.** Preparación de la mezcla



**Imagen 22.** Control de la manguera



**Imagen 23.** Aspersión

**Fuente:** Elaboración propia

### 10.2.1. Colaboradores.

Para el funcionamiento del sistema se requiere de tres colaboradores con roles particulares:

- ✓ **Colaborador 1.** Como se observa en la imagen 22, es el encargado de realizar el alistamiento y preparación de los productos para el proceso de fertilización y control de plagas en el cultivo. Este operador tiene la responsabilidad de supervisar el estado y los niveles de la mezcla durante su aplicación,
- ✓ **Colaborador 2.** Como se observa en la imagen 23, es el encargado de sostener la manguera y garantizar que durante la aplicación del producto ésta no obstruya el proceso, controlando la longitud necesaria para el riego. Este operador es el apoyo del colaborador tres.
- ✓ **Colaborador 3.** Como se observa en la imagen 24, es el encargado de la aplicación directa del producto al cultivo con una varilla de aspersión. Su responsabilidad es alcanzar con el producto el área cultivada mediante el recorrido de los drenajes. La distribución la hace a su criterio y no sigue una técnica determinada.

### 10.2.2. Funcionalidades generales del sistema

El productor desarrolló 5 etapas para ser más eficiente en el proceso de riego del cultivo:

1. **Extracción del agua.** Es obtenida de una fuente natural por medio de una motobomba a gasolina, este proceso se puede observar en la imagen 20.
2. **Depósito de agua.** Según se observa en la imagen 21, el agua extraída es almacenada en un tanque de agua cónico que se encuentra instalado sobre una base de guadua a una altura aproximada de tres metros.
3. **Preparación de la mezcla.** En la imagen 22 se observa este proceso. Se poseen cuatro canecas, a las cuales llega el agua por acción de la gravedad

del depósito. El colaborador 1 suministra los aditivos requeridos para el riego y manipula una bomba de presión de agua para extraer el producto final y ser conducido hacia el cultivo.

4. **Control de la manguera.** El colaborador 2 manipula la manguera para garantizar que no se obstaculice el proceso de aspersión. Este control se observa en la imagen 23.
5. **Aspersión.** Como se observa en la imagen 24. En la última etapa de este sistema de riego el cual está a cargo del colaborador 3, este en su torso carga la manguera y dirige la varilla para que el producto final actúe sobre el cultivo.

### 10.3. Arquitectura del sistema propuesto y funcionamiento en general

Este sistema de riego mecanizado permite el desplazamiento mientras se aplica el agua de riego, haciendo un uso eficiente del recurso con características como capacidad de cubrir grandes distancias de terreno, adaptación al tipo de parcela, automatizar el riego y una vida útil mucho mayor a los demás sistemas de riego. A continuación, se describen los elementos que hacen parte del sistema de riego propuesto

#### 10.3.1. Descripción de los elementos del sistema propuesto

A continuación, se describe los elementos que se recomienda utilizar para la construcción del sistema propuesto:

***La tubería galvanizada*** es un material fuerte, firme y duradero. Posee la habilidad para resistir cambios extremos de temperatura. Pueden ser usados en diferentes tipos de aplicaciones, su recubrimiento tiene la misión de proteger la tubería contra oxidaciones y corrosiones, asegurando la pureza del líquido que recorre la instalación.


Su longitud es variable y depende de la altura del cultivo que se vaya a regar; así, los tubos más utilizados son de 0.25–0.5–1–1.5 y en este caso se usará 3 metros de longitud. Los



diámetros comerciales de estos tubos están comprendidos entre 0.5 y 1 pulgadas (19–25 mm).

En instalaciones con terrenos muy ondulados es conveniente utilizar reguladores de presión que garanticen presiones uniformes en los aspersores; estos reguladores van instalados en el interior del tubo porta aspersor. Fernández (2010).

**Boquillas de cono lleno.** La boquilla determina la cantidad de producto aplicado, uniformidad y cobertura en el cultivo, así como la cantidad de deriva durante la aplicación. Existe una gran diversidad de boquillas en el mercado y para este modelo se seleccionó la boquilla de cono lleno crea un patrón circular lleno de gotas para aplicaciones especiales. Las boquillas de cono lleno producen un patrón de aspersión de gotas gruesas y están disponibles en patrones de aspersión estándar y gran angulares. Estas boquillas pueden utilizarse para la pulverización al voleo, así como en algunas aplicaciones en bandas. Según *Guía del Usuario de Boquillas de Pulverización* (2004).

REFERENCIA BOQUILLA	
CONO LLENO	FOTOGRAFÍA BOQUILLA
	ÁNGULO 
90°	TAMAÑO DE GOTA
GOTA FINA 	RIESGO DE PERDIDA O DERIVA
MEDIO	PRESIÓN DE TRABAJO 
45 - 75 Libras/pulg <sup>2</sup>	MATERIAL DE FABRICACIÓN
ACERO INOXIDABLE LATÓN	APTA PARA FUMIGADORA MANUAL / TRACTOR / MOTOR
	IDEAL PARA APLICACIÓN EN
TODOS LOS CULTIVOS CON FOLLAJE DENSO, PIÑA	

**Imagen 24.** Selección de boquilla

Fuente: Royalcondor

<b>INSECTICIDAS</b> 	<b>SISTÉMICO</b>	 <b>EXCELENTE</b>
	<b>CONTACTO</b>	 <b>BUENO</b>
<b>FUNGICIDAS</b> 	<b>SISTÉMICO</b>	 <b>EXCELENTE</b>
	<b>CONTACTO</b>	 <b>BUENO</b>

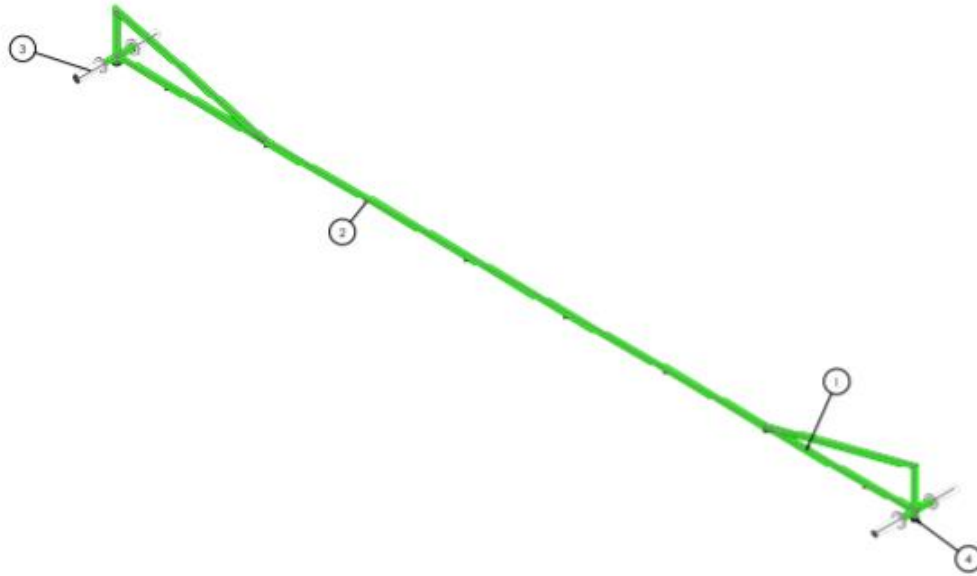
**Imagen 25.** Efectividad de la boquilla

Fuente: RoyalCondor

Las imágenes 26 y 27 contienen la información con la que se hizo la selección de la boquilla, conforme al catálogo de boquillas RoyalCondor. De este modo se opta por una boquilla de cono lleno de gota media, apta para una fumigadora manual y de aplicación en el cultivo de piña. La imagen 27 evalúa la boquilla de cono lleno en relación al modo de acción del insecticida y fungicida empleado, los cuales pueden ser, de contacto o sistémicos. En este sentido, la boquilla seleccionada es acertada debido a que el fungicida sistémico penetra la planta, se traslada y actúa, incluso en la raíz (efectivitat.com, 2016). El sistema de riego no considera la aplicación de insecticidas, puesto que el productor Álvaro Mejía no los aplica.

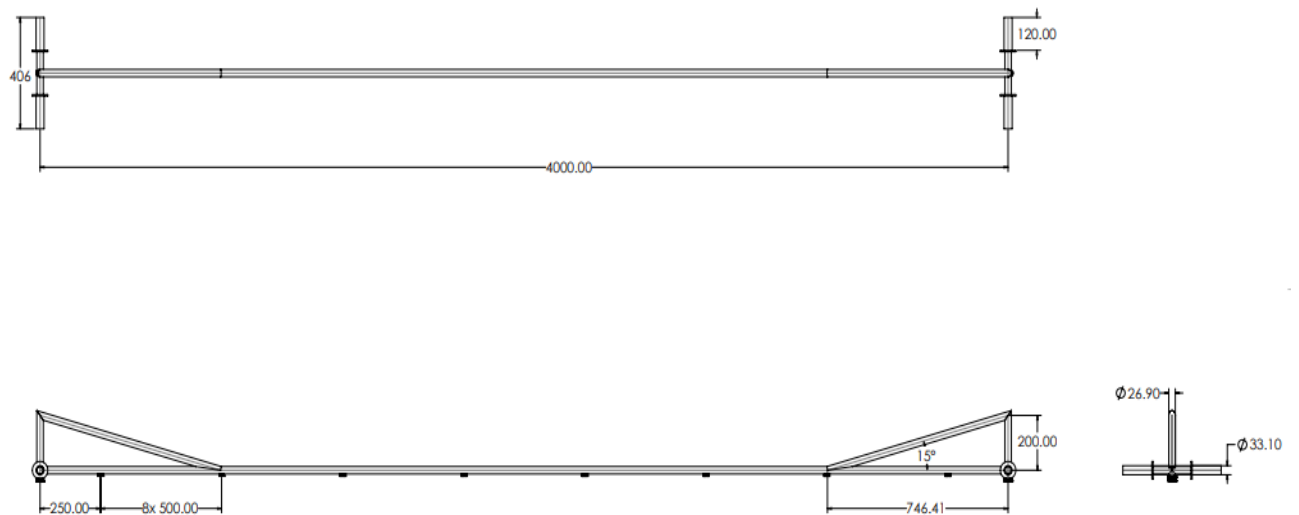
***Tomas o bocas de riego.*** Estas piezas son conocidas también como hidrantes y constituyen el elemento de conexión entre el ramal de aspersión y la tubería que lo abastece.

### **10.3.2. Diseño y funcionalidades del sistema propuesto**



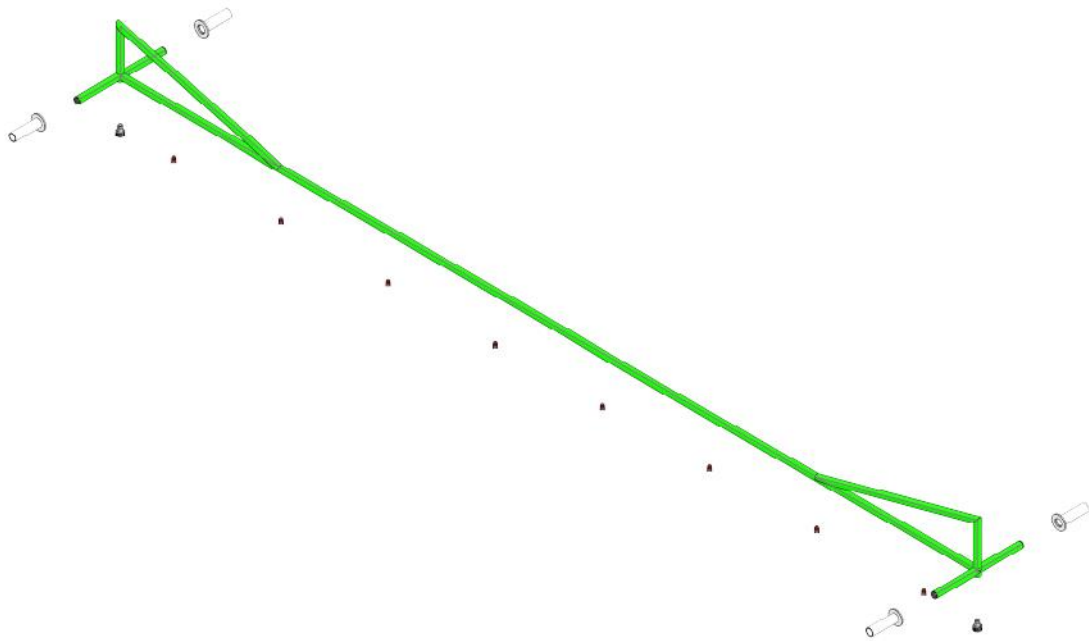
**Imagen 26.** Diseño del elemento para riego

Fuente: Vallejo, J. (2020)



**Imagen 27.** Vista frontal, superior y lateral del sistema propuesto

Fuente: Vallejo, J. (2020)



**Imagen 28.** Vista explosionada del sistema propuesto

Fuente: Vallejo, J. (2020)

El sistema de riego propuesto por aspersión se observa en las imágenes 29, 30 y 31, modelado con el software mecánico SOLIDWORKS. El sistema se adapta a las tres primeras etapas del sistema actual, modificando solo la etapa de aspersión. La imagen 30 muestra el nuevo sistema desde la vista superior, lateral izquierda y frontal, del diseño el cual plantea utilizar un tubo de acero galvanizado de 1 pulgada de diámetro y una longitud de 4 metros, esta tubería tiene insertadas 8 boquillas tipo cono lleno y una separación de 50 centímetros entre boquillas, la estructura posee un manillar en cada extremo con un par de mangos antideslizantes. La imagen 31 muestra el despiece del diseño, es una estructura simple, donde se observan todos los elementos que la componen y las dimensiones de los mismos. Este diseño también cuenta con un acoplamiento mecánico que permite la entrada del líquido y la sujeción de la manguera en sus dos extremos, tal cómo se observa con

**Tabla 3.** Elementos del sistema propuesto




# elemento	Nombre	Descripción	Cantidad
1	Boquilla	Boquilla de cono lleno	6
2	Manguito	Manguito de goma suave	4
3	Tubería	Tubería Galvanizada	1
4	Unión para manguera	Acople para manguera	2

Fuente: Elaborada por Vallejo, J. (2020)

La tabla anterior muestra las especificaciones de los elementos que requiere el nuevo sistema de riego. La información se clasifica de la siguiente forma: primero se enumeran los

elementos, luego se nombra cada elemento y se describe el material propuesto a utilizar según investigación previa. Para finalizar se determina la cantidad en unidades requeridas por elemento.


**Tabla 4.** Costos de los elementos

Ítem	Descripción	Costo Total
<b>Boquilla BA04 –Cono lleno</b> <b>– 100° – 20 Lit/Min @3Bar</b> Diámetro orificio: 0.25mm Longitud: 12.5mm Material: Acero Inoxidable	 <p><b>Imagen 29.</b> Boquilla Fuente: yorobotics.co</p>	\$353.747
<b>Manguito</b> Tamaño: 22*70*132mm	 <p><b>Imagen 30.</b> Manguito Fuente: es.aliexpress.com</p>	\$31.026
Tubería Tubo Imc 1 Pulgada X 3 Mts. Marca Colmena (galvanizado)	 <p><b>Imagen 31.</b> Tubería galvanizada Fuente: tuboscolmena.com</p>	\$86.000

---

Unión para manguera	\$19.700
<ul style="list-style-type: none"> <li>Material: Acero galvanizado</li> <li>Forma: Tee</li> </ul>	

---



**Imagen 32.** Unión para manguera  
Fuente: mercadolibre.com

---

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4 se observa los costos totales asociados a los elementos requeridos para la construcción del sistema propuesto. El proveedor de cada pieza se eligió de acuerdo a una cotización previa y atendiendo los requerimientos de cada elemento antes planteados. Las boquillas de aspersión representan el mayor costo del total del sistema. No se consideran costos de insumos básicos como tornillería y fijaciones.

#### 10.4. Conclusiones del capítulo

Este diseño se propone con el fin de mejorar el sistema actual, específicamente en la etapa de aspersión, en la cual se identificaron deficiencias relacionadas con la aplicación del líquido al percibir un desperdicio del recurso y emplear un instrumento que no permite una aplicación uniforme sobre el cultivo. Por otra parte, se mejoran las condiciones para el colaborador debido a que se ha presentado casos de intoxicación al ejercer esta práctica.

La eficiencia en el cultivo está relacionada con el sistema de riego que se adopte, el sistema de riego propuesto está diseñado para satisfacer las necesidades del productor en cuanto a tipo de terreno, manejo del instrumento y reducción de costos en insumos.

El diseño propuesto va encaminado a que pueda ser implementado por el productor, teniendo en cuenta los costos del nuevo sistema, la adquisición de los materiales y la utilización de los equipos del sistema actual.

El sistema de riego por aspersión fue diseñado por el ingeniero mecánico José Luis Vallejo Cárdenas egresado de la Universidad Tecnológica de Pereira y esbozado utilizando el programa SOLIDWORKS a escala 1:100



## **11. Ahora se analiza la efectividad del sistema**

Este capítulo desarrolla el Objetivo 4: Establecer las características complementarias que requiere el proceso de tecnificación del cultivo de piña para mejorar la productividad.

Este último capítulo permite analizar el diseño del sistema de aspersión propuesto teniendo en cuenta los factores técnicos, de mercado y financieros que intervienen en la decisión de implementar el modelo. Para ello se emplea un diagnóstico que a través de la identificación y análisis de cada una de las *fuerzas* que impulsan y restringen el modelo, el cual permite obtener una síntesis sobre la efectividad del sistema.

Para continuar con el proceso de investigación es necesario la aplicación de un diagnóstico, el cual sirve de herramienta para evaluar la propuesta del trabajo de investigación, a la problemática actual. Según Vallejos, A (2008) en su trabajo de investigación sobre el proceso para hacer un diagnóstico en la investigación científica, la estructura debe estar compuesto por la situación actual, la situación ideal y las fuerzas impulsoras y restringentes del modelo. De acuerdo a lo anterior se obtiene:

### **11.1. Situación actual**

Baja eficiencia y mal manejo en el sistema de riego del cultivo de piña en las fincas Yarima y Araguay.

### **11.2. Situación ideal**

Sistema compuesto por elementos de control que sirvan para limitar el caudal y regular la presión de riego, adaptable a la topografía, fácil manejo y con mejores técnicas de aplicación.

### **11.3. Fuerzas Impulsoras- Fuerzas Restringentes**

**Tabla 5. Modelo Propuesto**

<b>Ítem</b>	<b>Impulsoras</b>	<b>Restringentes</b>
1	Diseño adaptable a diversos tipos de cultivo	Falta de referencias para este nuevo diseño
2	Bajo costo en la implementación	Limitaciones para invertir
3	Disminución de riesgos químicos	Exposición a riesgos ergonómicos
4	Proceso de riego uniforme	Bajo rendimiento de los elementos de aspersión debido a la diversificación de mercados
5	Acercamiento a la automatización del sistema de riego	Falta de conocimiento en el uso de tecnologías de la agricultura inteligente

Fuente: Elaboración propia

La tabla anterior presenta las ventajas y desventajas identificadas en el modelo propuesto para el caso del productor de las fincas. Con el propósito de analizar a profundidad cada aspecto y definir finalmente si es factible implementar el sistema propuesto a continuación se analiza cada uno de los numerales relacionados en el modelo

### **11.3.1 Diseño adaptable a diversos tipos de cultivo - Falta de referencia para este nuevo diseño.**

Una de las grandes ventajas de los sistemas de riego por aspersión es que se adaptan bastante bien a distintas clases de suelos y diferente frecuencia de riego, además funciona tanto con las tradicionales redes de tuberías como con las máquinas de riego. Otra de las

ventajas es que la distribución del agua sobre las plantas y los cultivos es bastante homogénea y puede ser controlada con el tipo de boquilla utilizado (Agropinos, 2020).

Por otra parte, una característica del modelo propuesto, es que es un sistema semifijo, apropiado para cultivos permanentes y semipermanentes, y que además requieren una aplicación de agua localizada en la zona radicular de las plantas (Anten & Willet, 2000). Este carácter diverso de aplicación en cultivos permite que numerosas plantaciones puedan hacer uso del diseño propuesto. Anten & Willet comentan que: “La aplicabilidad de este sistema en la mayoría de cultivos anuales, sectores de la arboricultura, viñas, viveros, invernaderos, cultivos de hortalizas de zonas cálidas como: pastos, zanahoria, remolacha, cebolla, alfalfa, arveja, papa, repollo (p. 11). Los expertos aclaran que si se implementa un sistema fijo en el cultivo se debe tener toda el área cubierta con los dispositivos de riego, lo que hace que la inversión sea mayor que en sistemas móviles con aspersores

Por otra parte, un posible limitante para que el diseño sea acogido en los cultivos anteriormente mencionados en la región es la falta de referencias para el nuevo diseño. Tal como se analiza en el capítulo 9 en la encuesta **“La agricultura en la región”**, los productores no conocen casos de aplicación de Agricultura 4.0, ya que muestran desconfianza con la implementación de estas herramientas. Sin embargo, Anten & Willet afirman que los cambios en el proceso pueden demorar demasiado tiempo por la inversión financiera, pero se darán en forma paulatina, ya que los agricultores buscarán siempre mejorar sus condiciones económicas (Anten & Willet, 2000, p. 55). Además, consideran que, al incorporar un nuevo sistema, se debe tener en cuenta, que cada cultivo tiene características, técnicas, aplicaciones distintas y costos por hectárea diferentes, y requiere de la interacción entre el técnico (diseñador) y el beneficiario (productor) antes de llegar a un diseño final satisfactorio para todos los interesados. De este modo, aunque no sea posible eliminar la desconfianza del

productor, el acompañamiento técnico y el estudio previo de factibilidad que implica el cambio para los agricultores serán primordiales para reducir la incertidumbre.

### **11.3.2. Bajo costo de implementación - Limitaciones para invertir.**

El estudio permitió analizar el costo de los elementos del sistema propuesto los cuales pueden variar entre el costo real y el costo estimado, debido a que se encuentra un amplio mercado en la venta y distribución de este tipo de productos.

Se recomienda hacer control de costos periódicos para que la organización tome las medidas preventivas y correctivas, para evitar o mitigar desviaciones significativas en la utilidad. Cuando se inició el presente caso de estudio, la expectativa era encontrar los factores que influyen en el sistema de riego implementado en las Fincas Yarima y Araguay.

Realizando la investigación, se aprecia que este sistema requiere de mejoras para tener mayor utilidad en el cultivo. La decisión de las investigadoras fue proponer un diseño el cual respondiera a las necesidades en el presente sistema.

A continuación, se muestran las siguientes limitaciones que restringen el proyecto de investigación en cuanto a inversión:

- ✓ Desconfianza por parte del productor por tratarse de un proyecto de grado el cual es corto para llevar a cabo el análisis de un mayor número de factores involucrados y no se logra llevar hasta la ejecución final.
- ✓ Resistencia al cambio es una característica que obstaculiza la implementación del sistema propuesto debido a que hay fidelidad con las prácticas que se llevan a cabo actualmente y tanto el productor como los trabajadores se niegan a la adaptación por diferentes factores como miedo a lo desconocido, poca flexibilidad, resistencia a experimentar, percepción a amenazas (pagos, beneficios etc.), factores históricos entre otros.

- ✓ Falta de ingresos para realizar la inversión.
- ✓ Falta de información debido a que este sistema fue diseñado y no tiene antecedentes de utilización en otros cultivos lo cual puede influir en la viabilidad del proyecto para determinar o decidir si se realiza la inversión de capital

### 11.3.3. Disminución de riesgos químicos - Exposición a riesgos ergonómicos

Para la observación y análisis de los riesgos a los que están expuestos los trabajadores de las fincas Yarima y Araguay durante la labor de aspersión del cultivo, se emplea una investigación de campo. Los riesgos identificados se extraen de la guía de salud ocupacional (COSAP, 2012) para los productores de piña costarricenses.

**Tabla 6.** Perfil de riesgos laborales en el cultivo de piña

Factor de Riesgo	Posibles consecuencias	Posibles consecuencias
Agroquímicos	Preparación de mezclas, manejo del cultivo, fumigación y abono. Transportes y aplicaciones en el cultivo	Irritación de ojos y vías respiratorias, mareo, calambres, náuseas, vista nublada, irritación de la piel, malestar general, intoxicaciones agudas y crónicas.

---

Ergonómicos	Posturas forzadas o incómodas y/o repetitivos	Trastornos músculo esqueléticos, Fatiga, patológicas
	Desplazamientos horizontales o verticales, dependiendo de la pendiente del terreno.	a nivel dorso lumbar, traumas acumulativos por esfuerzos repetitivos.
	Movimientos por encima del nivel del hombro	
Mecánicos	Motobomba	Atrapamiento, Golpes,
	Bombas de espalda.	Heridas, Vuelcos, Contusiones
	Bombas de alta presión ("spray boom").	y/o Fracturas por máquinas, equipos y herramientas
	Equipos de baja presión para aplicación de agroquímicos.	

---

Fuente: COSAP (2012)

La tabla anterior señala cuáles son las fuentes generadoras y las posibles consecuencias que pueden sufrir los trabajadores durante el proceso de aspersión

Con base en los riesgos identificados a continuación se muestra la propuesta de buenas prácticas, recomendaciones o medidas de control para cada valoración del riesgo (COSAP, 2012, p. 18). Se observa que estas prácticas están relacionadas con la implementación del sistema de riego propuesto:

#### **Agroquímicos**

- ✓ Capacitar al trabajador sobre las medidas de salud ocupacional

- ✓ Suministrar el equipo de protección personal (sombrero, guantes, botas de hule, respirador o mascarilla, y delantal)
- ✓ Las aplicaciones manuales de plaguicidas deben realizarse en horas frescas del día, está prohibido su aplicación entre las 10 de la mañana y las 2 de la tarde. Además, no se debe trabajar más de 4 horas continuas en aplicaciones.
- ✓ Conocer el equipo y técnicas de aplicación para cada producto, de manera que se ajusten a la disponibilidad de la finca

### **Ergonómicos**

- ✓ Establecer pausas y descansos a lo largo de la jornada.
- ✓ Disponer de equipos apropiados para el levantamiento de cargas

### **Mecánicos**

- ✓ Calibrar el equipo de aplicación cada mes de acuerdo a las especificaciones del fabricante, necesidades del cultivo de la piña, clase de plaguicidas y topografía del terreno.
- ✓ Por ningún motivo se realizarán aplicaciones con equipo en malas condiciones.
- ✓ Seleccionar las boquillas de acuerdo a las especificaciones del producto y la necesidad del cultivo
- ✓ Establecer un plan de mantenimiento regular de los equipos agrícolas
- ✓ Realizar un lavado de todos los equipos después de cada aplicación para evitar corrosión del equipo y contaminación con distintos plaguicidas en otras aplicaciones.

#### **11.3.4 Proceso de riego uniforme - Bajo rendimiento de los elementos de aspersión debido a la diversificación del mercado**

Una de las características del diseño es el riego uniforme, el cual se garantiza por medio de la estructura del sistema de riego y uno de sus elementos como es la boquilla de cono lleno

que se describió anteriormente teniendo en cuenta los parámetros que requieren este tipo de cultivos. Según Agudelo, C. (2013):

Una de las grandes ventajas de los sistemas de riego es que por medio de su implementación usted podrá garantizar un suministro frecuente y correcto de abonos y fertilizantes en sus cultivos, optimizando la utilización de dichos insumos en más de 40%.

Teniendo en cuenta que el diseño es adaptable a diversas condiciones topográficas el sistema debe tener presente el cultivo donde se realiza la aplicación en este caso por el sistema radicular, susceptibilidades de la planta, condiciones del suelo, disponibilidad hídrica y facilidades de manejo, según argumentos del autor.

Para complementar en términos de eficiencia este sistema. Según Anten & Willet (2000) afirman que:

Las eficiencias de aplicación de 75% son obtenibles con un buen distanciamiento de aspersores y tendida de líneas de riego, si las presiones de trabajo de los aspersores una parcela es apropiadas, es decir entre 20 y 30 metros de carga de agua. Presiones demasiado bajas causan menor uniformidad de la distribución del agua entre los aspersores y la consecuencia es que la eficiencia baja. Si la presión de trabajo estuviera entre 10 y 15 metros de carga de agua, por ejemplo, cuando hay poco desnivel entre la fuente y la parcela a regar, podemos contar con una eficiencia de entre 65% y 70%. (p. 20-21)

Lo anterior es un aspecto muy importante debido a que influye de manera significativa en el control de plagas en el cultivo.



Para finalizar, el bajo rendimiento de los elementos de aspersión debido a la diversificación de mercados hace referencia a la gran oferta que se tiene para la compra de estos elementos donde influyen factores como marca, precio plaza. Se recomienda realizar un análisis de la composición de cada elemento a adquirir para así medir índices de eficiencia en cuanto a durabilidad y resistencia.

#### **11.3.5. Acercamiento a la automatización del sistema de riego - Falta de conocimiento en el uso de tecnologías de la agricultura inteligente**

Con el fin de argumentar sobre la automatización de los sistemas de riego se hace referencia a varios tipos de riego por aspersión automatizados que ofrece la industria. Se pretende demostrar que el diseño propuesto es un acercamiento a la automatización. Entre los diferentes diseños de riego se encuentran los de tipo móviles, fijos y autopropulsados.

***El Pivote central***, aspersión autopropulsada, recibe su nombre por su movimiento circular alrededor de un punto central, sobre el que pivota. Es uno de los sistemas más eficientes para regar y para inyectar fertilizantes líquidos. Su capacidad para regar tanto en terrenos ondulados como llanos, convierten al Pivote central en el sistema más significativo en la agricultura, desde la invención del tractor (Traxco S.A, 2020).

***Smart Biosystem***, aspersor móvil, es el primer Sistema de Riego Inteligente 100% libre de mantenimiento para las explotaciones agrícolas, zonas verdes, campos de golf e invernaderos. Esta solución aporta un ahorro hídrico de hasta un 60% y conlleva una considerable disminución de tiempo y dinero para agricultores (agroinformacion.com, 2017)

***Rollaway***, aspersor móvil automatizado, sistema de riego automático y un agua larga riegan en un campo grande con las plantas de patata florecientes blancas y amarillas en un día caliente en la estación de verano holandesa. Los aspersores se ubican sobre un carrito móvil que recorre la parcela mientras humedece el suelo (es.dreamstime.com, 2020).

Otro aspecto que influye en la implementación de sistemas de riego anteriormente mencionados es la falta de conocimiento en el uso de tecnologías de la agricultura inteligente, según se evidencia en la entrevista a profundidad “La agricultura en la región”, donde los productores expresaron la carencia de información que tienen de estos sistemas mecanizados.

#### **11.4. Conclusiones del capítulo**

Al analizar los elementos que impactan directamente en la factibilidad y viabilidad del sistema propuesto para el productor de aceptar o rechazar la propuesta en el contexto de la investigación. Se obtiene la siguiente síntesis:

- ✓ El sistema de aspersión propuesto permite que el líquido pueda ser aplicado con uniformidad y que se adapte al terreno.
- ✓ Para los colaboradores disminuirá el riesgo químico, producido por la exposición a los agentes químicos utilizados en el cultivo.
- ✓ La mano de obra que se requiere es reducida y no necesita especialización para usar este sistema.
- ✓ El diseño del sistema es portátil y su transporte requiere de poca especialización.
- ✓ Se comprueba que las herramientas tecnológicas requeridas tal como tuberías y boquillas están disponibles en el mercado.
- ✓ El modelo propuesto da solución a una de las problemáticas que se presentan en la situación actual: Baja eficiencia y mal manejo en el sistema de riego del cultivo de piña en las fincas.
- ✓ En el ámbito de la agricultura 4.0, el diseño no se identifica con las características de los sistemas de aspersión automatizados actuales.
- ✓ A partir de los resultados de la entrevista se puede percibir que la región presenta limitantes para la implementación de estos sistemas.

## Conclusiones

Actualmente existen diversidad de herramientas de la agricultura 4.0 que los productores pueden implementar. Sin embargo, durante el desarrollo de este trabajo de investigación se identifica que en la región el uso de estas tecnologías en la agricultura está limitado por la falta de conocimiento y referencias de estos sistemas.

En este trabajo de investigación se propone y se diseña un sistema de riego en el cual se integran en un mismo modelo las diferentes etapas del proceso de riego actual con el propuesto. A partir de la identificación y análisis de diferentes fuerzas que impulsan y restringen el sistema propuesto, se halla que la capacidad del sistema de ser adaptado y modificado, influyen de forma positiva en la efectividad del sistema.

Con el desarrollo de este trabajo de investigación se rechaza la hipótesis que establece que el uso de herramientas de la agricultura 4.0 en los procesos de cultivo de la piña incrementa la eficiencia del área cultivada para los productores en el corregimiento de cerritos. Este resultado se debe a que al iniciar con el trabajo de investigación la finalidad era impactar todos los procesos del cultivo de la piña. Sin embargo, en el desarrollo se delimita al proceso de riego, y finalmente al rediseño del sistema de riego, justificando qué es un factor potencial para mejorar en el cultivo de la piña.

En conclusión, y a partir del desarrollo de la investigación se argumenta que el diseño propuesto es apropiado para resolver las necesidades que el productor expone durante la investigación realizada.

### **Recomendaciones**

Para la implementación del diseño propuesto se recomienda asesorarse con un profesional y/o buscar una empresa certificada que realice este tipo de diseños para que este modelo cumpla con las características mencionadas en este trabajo.

Los elementos que complementan el sistema de riego deben estar en óptimas condiciones para que la aspersión se garantice y presente el rendimiento esperado.

El trabajo de campo es fundamental para ahondar y posteriormente reflexionar sobre los propósitos que tiene el trabajo de investigación. Esto permite una observación con la realidad del proyecto

Este trabajo servirá para futuras investigaciones, sin embargo, se debe tener en cuenta que cada cultivo tiene características y necesidades propias que se ajustaron a este trabajo.

Para que se pueda conseguir el objeto de futuros trabajos de investigación se recomienda reflexionar y analizar sobre los factores que lo impactan.

## Referencias

Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro [Agrocalidad]. (2016) Manual de aplicación de buenas prácticas agrícolas de producción de piña (2016).

<http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/pdf/inocuidad/manualesaplicabilidad/manual-pina.pdf>

Agricultureros. (24 de mayo de 2017). ¿Qué es un sistema de información geográfica?

Recuperado de: <https://agricultureros.com/que-es-un-sistema-de-informacion-geografica-en-agricultura/>

Agricultureros. (5 de junio de 2018). Qué es la agricultura inteligente. Recuperado de:

<https://agricultureros.com/que-es-la-agricultura-inteligente/>

Agroactivocol. (2020) Regulamix. Recuperado de:

<https://agroactivocol.com/producto/sanidad-vegetal-alimentos-saludables/insecticidas-biologicos/insecticidas-microbiologicos/beauveria-metarhizium-regulamix/>

Agroinformación.com. (23 de marzo 2017). Crean el primer sistema de riego inteligente libre de mantenimiento con un ahorro hídrico del 60%. Recuperado de:

<https://agroinformacion.com/crean-primer-sistema-riego-inteligente-libre-mantenimiento-ahorro-hidrico-del-60>

Agropinos. (2020). Sistema de riego por aspersión: qué es, tipos, ventajas y mucho más.

Disponible en: <https://www.agropinos.com/sa-de-riego-por-aspersion>

Agudelo, C. (30 de Julio del 2013). Irrigación, los mejores sistemas para desarrollar la agricultura. [Editorial]. La república. Recuperado de:

<https://www.larepublica.co/archivo/irrigacion-los-mejores-sistemas-para-desarrollar-la-agricultura-2044976>

Álvarez, A. (abril 24, 2014). GPS en la agricultura. Recuperado de: [https://miriego-](https://miriego-blog.com/2014/04/24/gps-en-la-agricultura/)

[blog.com/2014/04/24/gps-en-la-agricultura/](https://miriego-blog.com/2014/04/24/gps-en-la-agricultura/)

Ámbito Financiero(.25deEnero de 2014).Dosificación variable para producir y ahorrar más

Recuperado de: [https://news.agrofy.com.ar/noticia/135498/dosificacion-variable-para-producir-y-ahorrar-](https://news.agrofy.com.ar/noticia/135498/dosificacion-variable-para-producir-y-ahorrar-mas#:~:text=La%20dosificaci%C3%B3n%20variable%20(o%20VRT,dosis%20conv)

[mas#:~:text=La%20dosificaci%C3%B3n%20variable%20\(o%20VRT,dosis%20conv](https://news.agrofy.com.ar/noticia/135498/dosificacion-variable-para-producir-y-ahorrar-mas#:~:text=La%20dosificaci%C3%B3n%20variable%20(o%20VRT,dosis%20conv)  
[eniente%20para%20cada%20una](https://news.agrofy.com.ar/noticia/135498/dosificacion-variable-para-producir-y-ahorrar-mas#:~:text=La%20dosificaci%C3%B3n%20variable%20(o%20VRT,dosis%20conv)

Anten, M. & Willet, H. (2000). Diseño de pequeños sistemas de riego por aspersión en

ladera. Asesores de SNV en PRONAMACHCS (Proyecto Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos). Cajamarca, Perú. Recuperado de: [https://www.academia.edu/3883882/Diseno\\_de\\_Pequeños\\_Sistemas\\_de\\_Riego\\_por\\_Aspersion\\_en\\_Ladera](https://www.academia.edu/3883882/Diseno_de_Pequeños_Sistemas_de_Riego_por_Aspersion_en_Ladera)

Apaza, D & La Torre, I. (2017). Diseño e implementación de un sistema automatizado para

riego tecnificado basado en el balance de humedad de suelo con tecnología Arduino en el laboratorio de control y automatización epime 2016. Recuperado de: <http://repositorio.unap.edu.pe>

Asohofrucol. (2019). Cítricos: cultivo, poscosecha e industrialización. Recuperado de [http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca\\_211\\_Publicacion-CitricosCultivoPoscosechaeIndustrializacion.pdf](http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_211_Publicacion-CitricosCultivoPoscosechaeIndustrializacion.pdf)

Asohofrucol. (2019). Cítricos: cultivo, poscosecha e industrialización. Recuperado de [http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca\\_211\\_Publicacion-CitricosCultivoPoscosechaeIndustrializacion.pdf](http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_211_Publicacion-CitricosCultivoPoscosechaeIndustrializacion.pdf)

Barrientos, A y Cerro, J. (24 de febrero de 2016). El uso de robots en tareas agrícolas. Recuperado de: <https://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/151745-El-uso-de-robots-en-tareas-agricolas.html>

). El. (2014). Agriculture embracing the iot visión Recuperado de: <http://www.beechamresearch.com/files/BRL%20Smart%20Farming%20Executive%20Summary.pdf>

Bio-crop. (s.f). Nufosol. Recuperado de: <https://bio-crop.com/producto/nufosol/>. Consultado el 22 de agosto de 2020.

Bonino, J. (Agosto 14, 2019) . AgTech. Recuperado de: <https://medium.com/gonni-es/agtech-la-innovaci%C3%B3n-lleg%C3%B3-para-aumentar-la-producci%C3%B3n-agr%C3%ADcola-aef7a4097f57>

Borras, Carla. (13 de diciembre 2017). Efectos negativos del herbicida Glifosato. Ecología verde. Recuperado de: <https://www.ecologiaverde.com/efectos-negativos-del-herbicida-glifosato-575.html>

Carbonell, N. (9 de octubre de 2018). viene? Recuperado de: <https>

Carmona, J. (2016). Implementación de Alternativas Tecnológicas en Piña para el Fortalecimiento del sector piñero en Arauquita. Recuperado de <http://repository.lasalle.edu.co>

Cenea. (18 marzo, 2020). ¿Qué son los riesgos ergonómicos? Recuperado de: <https://www.cenea.eu/riesgos-ergonomicos/>

Cerrato, L. (2013). Manual de producción de piña. Programa Nacional de Desarrollo Agroalimentario de la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG) Recuperado de: <http://pronagro.premperhn.com/assets/Uploads/Manual-de-Pina.pdf>.

Ciencias-espacial. (2015). La necesaria relación entre tecnología y agricultura Agricultureros.com | Red de Especialistas en Agricultura. Recuperado de:

<http://agriculturers.com/la-necesaria-relacion-entre-tecnologia-y-agricultura/>.  
Consultado el April 25, 2019.

COSAP- Comisión de Salud Ocupacional. (2012). Control de riesgos laborales en el cultivo de piña. 1a edición. San José, Costa Rica. Recuperado de:  
[https://www.cso.go.cr/documentos\\_relevantes/tecnicos/riesgos\\_laborales\\_pinna.pdf](https://www.cso.go.cr/documentos_relevantes/tecnicos/riesgos_laborales_pinna.pdf)

Dane.gov.co.( 2014).Censo Nacional Agropecuario 2014 .Recuperado de:  
<https://www.dane.gov.co/files/CensoAgropecuario/entrega-definitiva/Boletin-10-produccion/10-presentacion.pdf>

datos.gov.co. (15 de octubre. de 2018). Cultivos Anuales y Permanentes. Recuperado de:  
<https://www.datos.gov.co/widgets/684f-h5x4>

Definición MX. (13 de diciembre de 2015). Proceso Productivo. Ciudad de México.  
Recuperado de:<https://definicion.mx/proceso-productivo/>.

Díaz Ronner, Lucila. (diciembre 2003). La incorporación de nuevas tecnologías y algunos de sus componentes problemáticos en el modelo agrícola argentino del siglo XXI.  
Revista Redalyc. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/124/12420824006.pdf>

Fernández (2010).” Manual de riego para agricultores: módulo 3. Riego por aspersión”  
Recuperado de:  
[https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337160240Riego\\_por\\_aspersi%00n.pdf](https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337160240Riego_por_aspersi%00n.pdf)

gartner.com. Tecnologías De La Información. Glosario de Gartner.Recuperado de:  
<https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/big-data=1>

Garzón, Iván. (2016). Establecimiento y manejo de un cultivo de piña en la sede de la asociación de ingenieros agrónomos del llano en Villavicencio. Recuperado de:

González, José. (10 de abril 2019). Internet satelital, una opción para conectar el campo y mejorar su competitividad. Agronegocios. Recuperado de:  
<https://www.agronegocios.co/agricultura/internet-satelital-una-opcion-para-conectar-el-campo-y-mejorar-su-competitividad-2849600>

González, V. (2002). Definición del Robot Industrial. Recuperado de:  
[http://platea.pntic.mec.es/vgonzale/cyr\\_0204/ctrl\\_rob/robotica/industrial.htm](http://platea.pntic.mec.es/vgonzale/cyr_0204/ctrl_rob/robotica/industrial.htm)

González, X. Agronegocios. (8 de agosto de 2019). La producción de piña en Colombia llegaría a 1,18 millones de toneladas al finalizar el año. Disponible en:  
<https://www.agronegocios.co/agricultura/la-produccion-de-pina-en-colombia-llegaria-a-118-millones-de-toneladas-al-finalizar-el-ano-2895397>

González, X. (26 de septiembre de 2018) Agricultura inteligente, una práctica sostenible que



permite gestionar los recursos. Recuperado de:

<https://www.agronegocios.co/tecnologia/agricultura-inteligente-una-practica-sostenible-que-permite-gestionar-los-recursos-eficazmente-2775092>

Google Maps. (2019). Localización Administración - Zona de Cultivo. Recuperado de:

<https://www.google.com/maps/place/Pereira-El+Tigre,+Pereira,+Risaralda/@4.8064831,-75.7923391,15.06z/data=!4m5!3m4!1s0x8e387c3d71c65731:0xed523998c0f994a1!8m2!3d4.8078441!4d-75.7850511>. Consultado el 24 de septiembre de 2019.

Google Maps. (2019). Localización: zona de cultivo- Finca Yarima. Recuperado de:

<https://www.google.com/maps/place/Pereira-El+Tigre,+Pereira,+Risaralda/@4.7898693,-75.8009906,616m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x8e387c3d71c65731:0xed523998c0f994a1!8m2!3d4.8078441!4d-75.7850511>. Consultado el 24 de septiembre de 2019.

Guía del Usuario de Boquillas de Pulverización. (2004). Recuperado de:

<http://www.aerocampo.com/pdf/guia-del-pulverizador.pdf>

Ibarra, L. (2012). "Diseño e implementación de un sistema de adquisición de datos con sensores: 808h5v5, mcp9700a, watermark, mpx4115a, sq-110, comunicación mediante protocolo zigbee y mysql, para un cultivo de tomate en Sutamarchán, Boyacá (Colombia)" Recuperado de:

<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/2288/Ibarraluis2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Infojardin. (s.f.) Zona radicular. Recuperado de:

<https://www.infojardin.com/glosario/xantofila/zona-radicular.htm>. Consultado el 25 de agosto de 2020.

Invesa.com. (30 de julio de 2015). PRODUCTO TERMINADO INVETRINA 200 EC.

Recuperado de: <https://www.invesa.com/wp-content/uploads/2017/06/FICHA-TE%CC%81CNICA-PRODUCTO-TERMINADO-INVETRINA-200-EC.pdf>

La Agricultura Online (2020). «Drones Agrícolas: qué son, para que sirven, tipos y ventajas.

Recuperado de: <https://laagricultura.online/ventas/drones-agricolas/#>

Lee, H. Mendelson, H. Rammohan, S. y Srivastava, A. (agosto 2017). Technology in

Agribusiness: Opportunities to Drive Value. Operations, Information & Technology, Supply Chain. Recuperado de: <https://www.gsb.stanford.edu/faculty-research/publications/technology-agribusiness-opportunities-drive-value#:~:text=Advancements%20in%20artificial%20intelligence%2C%20system,incl>

[use%2C%20transparent%2C%20and%20resilient](https://www.gsb.stanford.edu/faculty-research/publications/technology-agribusiness-opportunities-drive-value#:~:text=Advancements%20in%20artificial%20intelligence%2C%20system,inclusive%2C%20transparent%2C%20and%20resilient).

Londoño, C., Uribe, S. P., & González, Y. (2017). "Estudio de mercado para la exportación

de piña desde Colombia a Chile”. Recuperado de: <http://dspace.tdea.edu.co>.

MinAgricultura. (22 de mayo de 2018). Producción de piña llegaría a más 950 mil toneladas en 2018. Recuperado de:

<https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/Produccion-de-pi%C3%B1a-llegar%C3%ADa-a-m%C3%A1s-950-mil-toneladas-en-2018,-calcula-MinAgricultura-.aspx>

Novagric. (2016). Riego por Aspersión. Recuperado de:

[https://www.novagric.com/es/blog/articulos/itemlist/tag/index.php?option=com\\_content&view=article&id=505:riego-por-aspersion&catid=96&lang=es-ES&Itemid=1113Infojardin](https://www.novagric.com/es/blog/articulos/itemlist/tag/index.php?option=com_content&view=article&id=505:riego-por-aspersion&catid=96&lang=es-ES&Itemid=1113Infojardin)

oracle.com. (2020). ¿Qué significa “Cloud Computing”? Recuperado de:

<https://www.oracle.com/es/cloud/what-is-cloud-computing/>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (FAO) (2019).

Que es la mecanización agrícola sostenible. Recuperado de: <http://www.fao.org>. Consultado el 23 de mayo de 2019.

Lombana, J. (junio 2016).” Sistema productivo de piña md2 (ananas comosus), como alternativa agrícola de cultivos de palma de aceite (eleaieis guineensis) afectados por marchites letal en el municipio de san Carlos de Guaroa-Meta”. Recuperado de: [http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/21752/46122047\\_2016.pdf?sequence](http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/21752/46122047_2016.pdf?sequence)

Profesores. fi-b. unam.mx. (s.f). Metodología de la Investigación. Recuperado de:

[http://profesores.fi-b.unam.mx/jlfl/Seminario\\_IEE/Metodologia\\_de\\_la\\_Inv.pdf](http://profesores.fi-b.unam.mx/jlfl/Seminario_IEE/Metodologia_de_la_Inv.pdf)

Orozco, Óscar Arley. Llano R., Gonzalo. (28 de Julio 2015). Sistemas de información enfocados en tecnologías de agricultura de precisión y aplicables a la caña de azúcar, una revisión. Recuperado de:

<http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v15n28/v15n28a07.pdf>

Ortega, P. (27 de octubre de 2018). En camino a la agricultura 4.0. El economista.

Recuperado de: <https://www.eleconomista.com.mx/empresas/En-camino-a-la-agricultura-4.0-20181027-0023.html>

Redacción Economía. com. (1 de noviembre de 2017). Recuperado de:

[https://cronicaglobal.elespanol.com/economia/techdencias/el-usuario-y-el-internet-de-las-cosas\\_96983\\_102.html](https://cronicaglobal.elespanol.com/economia/techdencias/el-usuario-y-el-internet-de-las-cosas_96983_102.html)

Dinero.com. (3 de marzo de 2016). El Valle ve nacer un nuevo y poderoso negocio agrícola.

Recuperado de: <https://www.dinero.com/edicion-impresa/negocios/articulo/bengala-una-iniciativa-de-produccion-de-pina-en-el-cauca/220996>

Dinero.com. (19 de enero de 2016). Tecnología aplicada a la productividad del campo colombiano. Dinero. Recuperado de:  
<https://www.dinero.com/actualidad/articulo/tecnologia-para-mejorar-la-productividad-del-campo-colombiano/218224#:~:text=Farmapp%20es%20el%20nombre%20de,el%20desarrollo%20del%20campo%20colombiano.>

Doctortecno. (21 de agosto, 2019) smart farming. Recuperado de:  
<https://www.eluniverso.com/larevista/2019/08/21/nota/7482033/smart-farming-forma-inteligente-mejorar-cultivos-cuidar-suelo>

Durán, J. (1 de agosto de 2016). Tratamiento para controlar la Fitóftora (Phytophthora). Recuperado de: <https://www.joseeljardinero.com/tratamiento-fitoftora-phytophthora/>

EcuRed. Sensor. (s.f). Recuperado de: <https://www.ecured.cu/Sensor>

ecured.cu. Gallinaza. Recuperado de: <https://www.ecured.cu/Gallinaza.consultadoel20deagosto2020>.

ecured.cu. Sistema de Gestión de Información. (s.f). Recuperado de:  
[https://www.ecured.cu/Sistema\\_de\\_Gesti%C3%B3n\\_de\\_Informaci%C3%B3n](https://www.ecured.cu/Sistema_de_Gesti%C3%B3n_de_Informaci%C3%B3n)

efectivitat.com (1 de octubre 2016). ¿Productividad sistémica o de contacto? Recuperado de:  
<https://efectivitat.com/2016/10/productividad-sistemica-contacto.html>

es.wikipedia.org. Clorpirifós. Recuperado de:  
<https://es.wikipedia.org/wiki/Clorpirif%C3%B3s>

FAO. (2001). Cap4: Breve Panorama de los Sistemas Agrícolas. Recuperado de  
<http://www.fao.org/3/AD682S/ad682s08.htm>

FAO. (2009). Cómo alimentar al Mundo en 2050: El desafío de la tecnología. Recuperado de  
<http://www.fao.org>

fao.org. (7 de dic. de 2016). Cultivos. Recuperado de:  
<https://es.slideshare.net/FAOoftheUN/tema-4-cultivos>

fao.org. ¿Qué es la agricultura inteligente (CA)? Recuperado de:  
<http://www.fao.org/home/es/>. Consultado el 15 de agosto de 2020

- Safer.com.co. (s.f.). NEOFAT CE. Recuperado de: <https://safer.com.co/wp-content/uploads/2020/04/F.T-Neofat-CE-1.pdf>. Consultado el 20 de agosto de 2020.
- Sánchez, J.M. (4 de mayo 2017). Qué puede hacer la tecnología para mejorar el campo. ABC. Recuperado de: <https://www.abc.es>
- semana.com. (25 de abril de 2016). ¿Podremos alimentar al planeta en 2050? .Recuperado de: <https://sostenibilidad.semana.com/impacto/articulo/podremos-alimentar-al-planeta-en-2050/34985>
- Significados.com. (16 de marzo de 2020). Sistema. Recuperado de: <https://www.significados.com/sistema/>
- soydelcampo. LORSBAN 4 EC. Recuperado de: [https://www.soydelcampo.com/vademecum\\_agricola/](https://www.soydelcampo.com/vademecum_agricola/). Consultado el 30 de julio de 2020.
- SUÁREZ L, V (02 DE SEPTIEMBRE DE 2019). Medellín, epicentro para la Inteligencia Artificial. Recuperado de: <https://www.elcolombiano.com/negocios/economia/medellin-epicentro-para-la-inteligencia-artificial-MH11528206>
- Tecnovant. (16 abril de 2017). TECNOLOGÍA PARA EL AGRO. Recuperado de: <https://www.tecnovant.co/index.php/2017/04/16/que-es-la-microaspersion/>
- Traxco S. A (2020). Información general del pivote central. Recuperado de: <https://www.traxco.es/informacion-general-del-pivote-central/>
- UNCTAD. (2000). “Conferencia de las naciones unidas sobre comercio y desarrollo”. Recuperado de: [https://unctad.org/es/PublicationsLibrary/INFOCOMM\\_cp09\\_Pineapple\\_es.pdf](https://unctad.org/es/PublicationsLibrary/INFOCOMM_cp09_Pineapple_es.pdf).
- undp.org. ¿QUÉ SON LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE? Recuperado de: [https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals-old.html#:~:text=Los%20Objetivos%20de%20Desarrollo%20Sostenible%20\(ODS\)%2C%20tambi%C3%A9n%20conocidos%20como,gocen%20de%20paz%20y%20prosperidad](https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals-old.html#:~:text=Los%20Objetivos%20de%20Desarrollo%20Sostenible%20(ODS)%2C%20tambi%C3%A9n%20conocidos%20como,gocen%20de%20paz%20y%20prosperidad). Consultado el 17 de abril de 2019
- Vallejo, J. (2020, Julio). Asesoría y diseño en SOLIDWORKS.
- Vallejos, A. (2008). Forma de hacer un diagnóstico en la investigación científica. Perspectiva holística. Revista TEORÍA Y PRAXIS INVESTIGATIVA, Volumen 3 - No. 2, septiembre Centro de Investigación y Desarrollo • CID / Fundación Universitaria del Área Andina <https://dialnet.unirioja.es>

Vargas, G. (1 De febrero, 2019), año de ciberseguridad, inteligencia artificial y big data. Portafolio. Recuperado de: <https://www.portafolio.co/negocios/2019-ano-de-ciberseguridad-inteligencia-artificial-y-big-data-525896>

Vásconez, J & Chamba, F. (2013). “Diseño e implementación de un sistema de riego automatizado y controlado de forma inalámbrica para una finca ubicada en el sector popular de balerío estación”. Recuperado de: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5304/1/UPS-GT000434.pdf>

Velasco, Y. (2019). Proceso productivo en Cerritos [Fotografías].

Wikipedia.org. Fungicida. Recuperado de: <https://es.wikipedia.org/wiki/Fungicida>. Consultado el 5 de mayo de 2020.

Wikipedia.org. (23 de marzo 2020). Trichoderma harzianum. Recuperado de: [https://es.wikipedia.org/wiki/Trichoderma\\_harzianum](https://es.wikipedia.org/wiki/Trichoderma_harzianum)

## **Anexos**

### **Anexo 1. Resumen entrevistas a profundidad al productor Álvaro Mejía**

La simbología corresponde a P1: Investigadoras P2: Don Álvaro Mejía- P3: Administrador del cultivo

**P1: ¿Cuánto dura el proceso productivo?**

P2: Dura más o menos entre 14 a 16 meses de siembra a cosecha sin contar la preparación de tierra.

**P1: ¿Cuánto dura la preparación de tierra?**

P2: La preparación de tierra tiene su tiempo, incluso cuando se tiene un cultivo de piña que se destruye para volver a sembrar este proceso es más largo, debido a la materia orgánica en descomposición entonces hay que esperar de 2 a 3 meses para este proceso.

Otro caso es tener un potrero de ganadería y dedicarlo a piña para preparar la tierra se demora dos meses dependiendo el clima, el cual debe ser en tiempo de verano ,se debe hacer un proceso con herbicidas como los glifosatos para matar la hierba luego se ara la tierra y se cincela de mes y medio a dos meses demora la preparación , luego se siembra y entre 8 a 10 meses en las condiciones climáticas del Sector el Tigre se obtiene una planta para inducción, a la cual se va pesando cada mes para llegar a una planta de 3 kl o 3.5kl para tener un fruto de 2kl para alcanzar ese peso se requiere de 8 a 10 meses dependiendo las condiciones del terreno

**P1: ¿Qué tipo de maquinaria usa para el cultivo?**

P2: Se usa un tractor de 90 caballos, pero se requiere de un tractor grande de 115 a 120 caballos para poder preparar con más profundidad el suelo, debido a que solo se alcanzan a preparar 40 cm de suelo lo ideal es preparar 70 cm de suelo

**P1: ¿para los drenajes es manual?**

P2: Se pueden hacer con tractor, pero para el caso del productor se hace manual debido a las condiciones del terreno y por los altos costos si se prepara la tierra para la siembra con tractor debido a que es una condición si la tierra no es tractorable no sirve para ser cultivada.

**P1: ¿Cuantos trabajadores requieren para el cultivo?**

P2: Se tiene un promedio de  $\frac{1}{2}$  persona por hectárea lo que se necesita para el cultivo mecanizado se podría bajar a media persona por hectárea, mecanizar las aplicaciones de la fertilización herbicidas y controles con maquinaria como el spray boom, pero esto requiere de carreteras cada 20 metros, aunque se pierde terreno, pero hace las labores más rápidas la cosecha puede hacerse con bandas transportadoras unidas al tractor la cual pone el fruto en un remolque

**P1: ¿Cuántas hectáreas maneja en piña?**

P2: 20 hectáreas y se ha llegado a tener 40 hectáreas debido a en los últimos años el 2017 y 2018 fue muy malo y hubo que reducir tierra y también debido a que no se cuenta con tierra propia para la siembra de piña el alquilar tierra es un limitante debido a que cerca de Pereira es difícil alquilar para este tipo de cultivos

**P1 ¿cómo percibe la competencia en el cultivo de piña?**

P2: Hay mucha competencia, pero es muy cíclico por ahí cada dos años hay precios altos (2015-2016) con la subida del dólar y esto impulso a inversionistas a cultivar piña y bajos (2017-2018) marco el crecimiento para el primer semestre del 2019 es relativamente bueno donde el kilo de piña grande estuvo entre \$1000 y \$1400.

**P1: ¿Qué tipo de piña maneja el productor?**

P2: Oro miel por las ventajas es dulce y está posicionada en el mercado y cumple con los parámetros de exportación

**P1: ¿Cuantas clasificaciones se tiene en cuenta para la siembra de colinos?**

P2: Tres clasificaciones de 300-400, de 400-500 y de 500-600

**P1: ¿Los colinos los almacena?**

P2: No hay lugar para almacenar estos se cortan y después de un proceso de desinfección se siembran

**P1: ¿Que clases de colino existen?**

P2: Esta el basar, axilar y la corona, pero esta no se utiliza debido a que el fruto se vende con corona

**P1: ¿Cuál es el proceso para desinfectar el colino?**

P2: Después de cortar se deja deshidratar unos días dejándolos expuestos al sol y luego se sumergen en agua con fungicidas e insecticidas para combatir insectos y evitar enfermedades.

**P1: ¿Como es el proceso de riego?**

P2: se realiza con una fumigadora estacionaria (artesanal).

**P1: ¿Como marca los lotes?**

P2: Cada 10.000 plantas se tiene una parcela a la cual se le hace un seguimiento para los procesos de riego e inducción

**P1: ¿El concepto inducción a que hace referencia?**

P2: Es una hormona que obliga a la planta a florecer y permite así planear la cosecha.

**P1: ¿en cuanto a calidad tiene algún tipo de guía para medir tamaño del fruto, color, traslucidez, acidez, grados entre otros?**

P2: Se tiene un refractómetro para medir grados Brix, pero no se usa estas medidas se hacen a través de la observación del fruto.

**P1: ¿Cómo hace el proceso de recolección y de cuantas personas requiere?**

P3: Se realiza manual una persona se encarga de cortar y otra de recolectar el fruto en una canasta el cual lo puede recolectar al final del surco o a mitad dependiendo de dónde va haciendo la pila del mismo, se requiere de 4 a 10 personas dependiendo del pedido.

**P1: ¿Qué factores influyen para que los lotes no tengan el mismo nivel de producción?**

P3: Las condiciones climáticas hacen que el piñal florezca solo y se encuentre gran diversificación de tamaños y atrasos, cuando pasa este tipo de problemas el colino se usa para sembrar o para vender. También los retrasos con la aplicación de los fertilizantes por constantes cosechas.

**P1: ¿la plastificación de las camas reduce los problemas en el cultivo en cuanto a generación de fruto a destiempo?**



P3: Si, pero no me gusta porque el terreno no es propio y no se tiene experiencia con este proceso

**P1: ¿Cómo es el proceso de aplicación después de la siembra?**

P3: Primero insecticidas y fungicidas, luego fertilizantes, después trichoderma, luego aplicación de hongos patógenos y para finalizar insecticidas

**P1: ¿Como nutre la tierra para empezar el proceso de preparación del terreno?**

P3: No se hacen enmiendas, se han hecho ensayos, pero en realidad no se aplica nutrientes.

**P1: ¿Deja descansar la tierra después de un cultivo?**

P3: No porque el cultivo de piña es un proceso largo, solo se para cuándo se presentan lluvias y hay que preparar el terreno.

**P1: ¿porque no implementa los nutrientes para la tierra?**

P3: Por costoso y debido a que la aplicación es compleja y no se tiene un plan de acción para este proceso

**P1: ¿Como realiza el control del cultivo en cuanto a variables como temperatura, inclinación etc?**

P3: No se miden estas variables con algún instrumento esto se hace a partir de la experiencia y la observación.

**P1: ¿Cuál es el tipo de drenaje que utiliza?**

P2: Primario y secundario dependiendo del lote

**P1: ¿Que herramientas usa para hacer os drenajes?**

P3: Pala y palín.